

University of Montana

ScholarWorks at University of Montana

Graduate Student Theses, Dissertations, &
Professional Papers

Graduate School

1955

Amerikanische Waldbrandgefahrenmesser; Erläuterungen seiner Handhabe, sowie Gedanken über seine Einführung in Deutschland

Vollrat von Deichmann
The University of Montana

Follow this and additional works at: <https://scholarworks.umt.edu/etd>

Let us know how access to this document benefits you.

Recommended Citation

Deichmann, Vollrat von, "Amerikanische Waldbrandgefahrenmesser; Erläuterungen seiner Handhabe, sowie Gedanken über seine Einführung in Deutschland" (1955). *Graduate Student Theses, Dissertations, & Professional Papers*. 1515.
<https://scholarworks.umt.edu/etd/1515>

This Thesis is brought to you for free and open access by the Graduate School at ScholarWorks at University of Montana. It has been accepted for inclusion in Graduate Student Theses, Dissertations, & Professional Papers by an authorized administrator of ScholarWorks at University of Montana. For more information, please contact scholarworks@mso.umt.edu.

DER AMERIKANISCHE WALDBRANDGEFAHRENMESSE

Erläuterungen seiner Handhabung, sowie
Gedanken über seine Einführung
in Deutschland

by

Vollrat von Deichmann

Diplomforstwirt

Göttingen University, 1954

Presented in partial fulfillment
of the requirements for the degree of
Master of Forestry

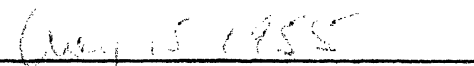
MONTANA STATE UNIVERSITY

1955

Approved by:


Chairman, Board of Examiners


Dean, Graduate School


Date

UMI Number: EP34604

All rights reserved

INFORMATION TO ALL USERS

The quality of this reproduction is dependent on the quality of the copy submitted.

In the unlikely event that the author did not send a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if material had to be removed, a note will indicate the deletion.



UMI EP34604

Copyright 2012 by ProQuest LLC.

All rights reserved. This edition of the work is protected against unauthorized copying under Title 17, United States Code.



ProQuest LLC.
789 East Eisenhower Parkway
P.O. Box 1346
Ann Arbor, MI 48106 - 1346

VORBEMERKUNG

Allen Professoren und Dozenten des Department of Forestry der Montana State University möchte ich an dieser Stelle für die immer wieder erneut bewiesene Hilfsbereitschaft meinen Dank sagen. Insbesondere bin ich meinem Adviser, Herrn Prof. D. M. Drummond zu Dank verpflichtet, der trotz Sprachschwierigkeiten keine Mühe scheute, mich in die Materie einzuführen und mich mit den amerikanischen Verhältnissen vertraut zu machen.

Herrn Prof. Dr. G. M. Bonnin habe ich sehr für die Stunden zu danken, die er für mich opferte, um für einzelne amerikanische Ausdrücke die sinnvoll-richtige deutsche Übersetzung zu finden.

Nicht zuletzt bin ich den Herren vom Forest Service der Region 1, Missoula, Montana - insbesondere Mr. C. E. Hardy - meinen Dank schuldig, die mir in liebenswürdigster Weise stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

V. v. D.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
TAFELN	vii
FIGUREN	viii
EINLEITUNG	ix
EINFÜHRUNG	1
Kapitel	
I. GESCHICHTLICHER ÜBERBLICH ÜBER DIE FORSTWIRTSCHAFT IN DEN VEREINIGTEN STAATEN	2
II. WALDBRANDGESCHICHTE	5
III. DER WALDBRANDGEFAHRENMESSER	11
A. Definition wichtiger Begriffe und Ausdrücke . .	11
1. Der Waldbrandgefahrenmesser	
2. Aktive Feuerursache	
3. Passive Feuerursache	
4. Unveränderliche und veränderliche Faktoren	
5. Brandindex	
a. relative Brennbarkeit des Abraumes	
b. absolute Brennbarkeit des Abraumes	
6. Planungsindex	
7. Ausdehnungsindex	
8. Bereitschaftsindex	
a. Alarmzeit	
b. Startzeit	
c. Wegezeit	
9. Feuerindex	
10. Messstäbe und Messbrettchen	
11. Feuerwachturm	
12. Hauptfeuerzeit	
B. Unterlagen zur Messung der Feuergefahr	21
1. Meteorologische Faktoren	
a. Niederschlag	
b. Feuchtigkeitsgehalt der Luft	
c. Windbewegung	
d. Verdunstung	
e. Temperatur	
f. Barometerdruck	

Kapitel	Seite
2. Andere Faktoren	
a. Topographie	
b. Bestandstyp und -form, sowie Abraum- typ, -art und Abraumfeuchtigkeit	
c. Aktivität der Brandagenzien	
d. Hauptfeuerzeit	
C. Messgeräte, sowie deren Handhabung	22
1. Meteorologische Messgeräte	
a. Niederschlag	
b. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft	
c. Windbewegung	
d. Verdunstung	
e. Temperatur	
f. Barometerdruck	
2. Messung anderer Faktoren	
D. Die Ermittlung und Zusammenstellung der Messwerte	33
1. Ermittlung der Messwerte	
2. Zusammenstellung der Messwerte	
E. Die Schwierigkeiten der genauen Berechnung	45
F. Vorteile der Gefahrenmessung	48
G. Unterschiede in der Arbeitsweise der Gefahren- messer in den verschiedenen Forstregionen der USA	48
IV. ZUKUNFTSMÖGLICHKEITEN FÜR DEN GEFAHRENMESSER	61
V. GEDANKEN ÜBER DIE ENTWICKLUNG EINES WALDBRANDGEFAHREN- MESSERS IN DEUTSCHLAND	63
ZUSAMMENFASSUNG IN ENGLISCH	68
ZUSAMMENFASSUNG IN DEUTSCH	77
LITERATURNACHWEIS	80
ANHANG	
Karte der Vereinigten Staaten	84

TABLE OF CONTENTS

	Page
TABLES	vii
FIGURES	viii
PREFACE	ix
INTRODUCTION	1
Chapter	
I. FOREST HISTORY OF THE UNITED STATES	2
II. HISTORY OF FOREST FIRES AND FOREST FIRE CONTROL . . .	5
III. THE FIRE DANGER METER	11
A. Definition of the most important Expressions .	11
1. Fire Danger Meter	
2. Fire Risk	
3. Fire Hazard	
4. Constant and variable Factors	
5. Burning Index	
6. Preparedness Index	
7. Rate-of-Spread Index	
8. Dispatcher's Index	
9. Fireline Index	
10. Indicator Sticks	
11. Lookout	
12. Fire Season	
B. Measurements to determine Fire Danger	21
1. Meteorological Factors	
a. Precipitation	
b. Humidity	
c. Wind Movement	
d. Evaporation	
e. Temperature	
f. Barometric Pressure	
2. Other Factors	
a. Topography	
b. Forest-type and Fuel-type, Fuel Moisture Content	
c. Activity of the Fire Agencies	
d. Fire Season	

Chapter	Page
C. Instruments and their Use	22
1. Meteorological Instruments	
2. The Measurement of the other Factors	
D. Measurement and Comparison of Fire Danger Components	33
1. Measurement	
2. Comparison	
E. The Difficulties in getting accurate Measurements	45
F. The Advantages of a Fire Danger Meter System . .	48
G. The Differences in Fire Danger Meters used in the different Forest Regions in the US	48
IV. FUTURE OUTLOOK	61
V. PROBLEMS FACED IN CONVERTING US FIRE DANGER METER FOR USE IN GERMANY	63
SUMMARY IN ENGLISH	68
SUMMARY IN GERMAN	77
BIBLIOGRAPHY	80
APPENDIX	
Map of the United States	84

TAFELN

Tafel		Seite
1	Durchschnittliche Ausdehnung eines Feuers im Verhältnis zu Abraumtyp, Hanglage und Brand- index	15
2	Gefahrenumrechnungstabelle für andere Gebietsteile und andere Zeiten	38
3	Das Verhältnis von Brandindexklasse zu Brandindex- wert beim Feuergefahrenmesser der Region 6	54

FIGUREN

Figur		Seite
1	Feuerentstehung in Prozent, bezogen auf Ebene, Hangfuss, Hangmitte und Hangkuppe	16
2	Feuer, entstanden an verschiedenen Hanglagen mit einer Ausdehnung von 5 ha oder mehr, in Prozent .	17
3	Die Beziehung der verschiedenen Feuerindizes unter- einander und die Elemente, auf denen sie auf- gebaut sind	20
4	Die zwei verwendeten Regenmesser	23
5	Feuchtigkeitsmessstäbchen aus Pinus ponderosa . . .	28
6	Feuchtigkeitsmessbrettchen aus Lindenholz	29
7	Unterschiede der Temperatur und der relativen Luft- feuchtigkeit zwischen Talsole und Berggipfel, ge- messen auf Berggipfel in den Monaten Juli und August	37
8	Feuchtigkeitsmessstäbe, mit Bronzegaze überspannt .	40
9	Gefahrenmesser der Region 1 (Vorderseite)	42
10	Gefahrenmesser der Region 1 (Rückseite)	43
11	Der Gefahrenmesser "Type 5" der Region 7 und 8 . . .	44
12	Die Hygroskopizität verschiedener Holzarten gemessen mit Feuchtigkeitsmessstäben von 5 x 5 cm Durchmesser	65
13	Die Hygroskopizität von Feuchtigkeitsmessstäben der gleichen Holzart mit verschiedenem Durchmesser .	66

EINLEITUNG

Während in den USA der Waldbrand der Forstfeind Nummer 1 ist, und damit die Entwicklung der Waldbrandbekämpfungsmethoden eine der Hauptaufgaben der amerikanischen Forstwirtschaft darstellt, trifft dies für Deutschland nicht zu, und es mag deshalb verwunderlich erscheinen, ein solch kompliziertes Gerät wie den Gefahrenmesser, für Deutschland überhaupt in Erwägung zu ziehen.

Wenn die deutschen Holzverluste durch Waldbrand - gemessen an denen der USA - auch nur gering sind, so bedeuten sie für uns doch jährlich einen relativ viel höheren Gewinnentgang an Rohstoff und Wirtschaftsertrag als für Amerika. Besonders nach den tragischen Eingriffen nach 1945 müssen wir bemüht sein, jeden Festmeter Holz für unsere Wirtschaft zu erhalten. Deutschland (ausschliesslich der Gebiete ostwärts der Oder-Neisse Linie) verliert jährlich immer noch etwa 200 000 fm durch Waldbrand. Weck (36) berechnet für die kommenden 30 bis 40 Jahre einen jährlichen Zuwachs- und damit Ertragsverlust von 350 000 fm. Diese Zahlen sind für Deutschland erschreckend.

Wenn es gelänge, mit Hilfe eines Gefahrenmessers durch vorausschauende Planung und Kenntnis der schwebenden Waldbrandgefahr, jährlich nur ein Drittel der durchschnittlichen Holzverluste dem deutschen Volke zu erhalten, wäre die Aufgabe eines solchen Instrumentes mehr als erfüllt.

EINFÜHRUNG

Die Arbeit entstand im Auftrage der Forstlichen Fakultät der Montana State University. Sie ist hauptsächlich für deutsche Leser gedacht und enthält daher teilweise Erläuterungen, die dem mit den Verhältnissen vertrauten Amerikaner überflüssig erscheinen mögen.

Alle in dieser Arbeit verwendeten Masse wurden auf deutsche Masseinheiten umgerechnet, jedoch sind nur dann Dezimalstellen aufgenommen worden, wenn es für die Erläuterung notwendig erschien. Im übrigen sind für die deutschen Masse nur ganze Zahlen angegeben.

Manche Worte der amerikanischen Waldbrandterminologie liessen sich nur schwer ins Deutsche übertragen, da es für viele Begriffe überhaupt noch keine feststehenden Ausdrücke in der deutschen Fachsprache gibt, oder, wenn sie vorhanden sind, drücken sie nicht genau das aus, was im Englischen damit gemeint ist.

Der Verfasser ist sich darüber im Klaren, dass einige Begriffe trotz ehrlichen Bemühens noch nicht mit dem besten Wort beschrieben wurden und ist für jede Anregung dankbar.

Das im Text immer wiederkehrende Wort "Abraum" ist die Übersetzung des englischen Wortes "Fuel". Damit ist sowohl der Schlagabraum, als auch die trockene und grüne Bodenvegetation gemeint. Aber ebenso sind die toten, umgestürzten oder noch stehenden und halbvermoderten Baumriesen in den Urwäldern darunter zu verstehen. Mit dem Wort "Abraum" ist in dieser Arbeit also alles brennbare Material gemeint, das nicht zum lebenden, stockenden Bestand gehört.

KAPITEL I

GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK ÜBER DIE FORSTWIRTSCHAFT IN DEN VEREINIGTEN STAATEN

Die Lage der amerikanischen Forstwirtschaft, einschliesslich des Waldbrandproblems, lässt sich am besten durch einen historischen Überblick erläutern.

Die heutigen Grenzen der USA wurden mehr oder weniger durch den "Gott Amerikas", durch den Dollar geschaffen. Teile des Kontinents, die als Kolonien anderen, meist europäischen Staaten gehörten, wurden diesen abgekauft und in die Familie der "Vereinigten Staaten" aufgenommen. So kam z. B. 1819 Florida für 6 500 000 Dollar zu den US, 1845 Texas, und 1846 wurden die Staaten Oregon, Washington und Montana durch einen Vertrag mit Gross Britannien "amerikanisch". Mit diesen Käufen oder durch die Verträge wurde der gesamte Landbesitz Regierungseigentum.

In 50 Jahren (1803 bis 1853) vergrösserte sich dieses junge Land um eine Fläche von 4,5 Millionen Quadratkilometer. Im Nordwesten Amerikas (Oregon, Washington und Montana) war um diese Zeit lediglich eine Expedition von zwei Männern (Lewis und Clark) gewesen, ansonsten wurde dieses Gebiet noch ausschliesslich von Indianern bewohnt.

Um zu verhindern, dass die neu erworbenen Gebiete durch Engländer, Franzosen oder Spanier besiedelt würden, gewährte man

den amerikanischen "Auswanderern", die vom Osten nach dem Westen zogen, besondere Vergünstigungen. So konnten sie, wo sie wollten, Land ankaufen. (Der Preis betrug pro Acre = 1/2 ha - durchschnittlich 10 Cent, etwa 0,80 DM pro ha). In besonders unwegsamen Gegenden wurde das Land den Siedlern von der Regierung gegen die Verpflichtung es zu kultivieren und eine bestimmte Zeit zu bewohnen, kostenlos zur Verfügung gestellt. In beiden Fällen aber achtete die Regierung darauf, dass die neu besiedelten Parzellen nicht zu gross waren. Dies hatte den Grund, einer Monopolbildung vorzubeugen. Die einzigen Privateigentümer, grosser, zusammenhängender Flächen wurden nur die Eisenbahnverwaltungen, da die Regierung interessiert war, die neu erworbenen Gebiete so schnell wie möglich zu erschliessen. Die Besitzungen der Eisenbahnverwaltungen - jeweils 6 Meilen (fast 10 km) zu beiden Seiten der geplanten Gleisanlagen (insgesamt also 12 Meilen breit) - ergaben eine riesige Fläche. Die Gefahr einer Monopolbildung war trotzdem nicht gegeben, da die Eisenbahnverwaltungen gezwungen waren, dieses Land so schnell wie möglich zu verkaufen, um den Bau der Bahnlinie zu finanzieren. Durch die beschleunigten Verkäufe entstand auch hier kein Grossbesitz, sondern eher eine noch grössere Parzellierung. Die Grossprivatbesitze mit einer für unsere Begriffe riesigen Ausdehnung entstanden erst mit der wirtschaftlichen Nutzung der Wälder. Erst, nachdem das Land erschlossen war, nachdem Verkehrswege gebaut und grössere Flächen besiedelt waren, folgten die grossen Holzindustrien und kauften der Bundesregierung die Wälder ab. (Teilweise kaufte auch die Eisenbahn das ihr ursprünglich gehörende Land wieder zurück.) Die Bemerkung Strehlkes (34), dass sich jeder Auswanderer so viel Land aneignen konnte, wie er wollte, ist für den

Westen der USA nicht, für den Osten nur teilweise zu-treffend.

Nachdem sich die private Hand mit Waldbesitz ausreichend eingedeckt hatte (wie sich heute meist herausstellt nicht ausreichend) gab die Bundesregierung auf Verlangen der Staaten diesen innerhalb ihrer Gebiete grössere Waldbesitzungen. Das grösste Waldareal ist jedoch dem Privatbesitz verblieben (76%). An zweiter Stelle steht der Bund (19%) und danach kommen die Länder und Gemeinden (5%).

KAPITEL II

WALDBRANDGESCHICHTE

Seit langer Zeit ist der Waldbrand für die Amerikaner eines der naturgegebenen Hauptprobleme. Blitzschlag hat ohne Zweifel schon seit tausenden von Jahren Katastrophenbrände hervorgerufen. So hat Plummer (3) in einem sehr interessanten Artikel nach eingehendem Studium von Stammanalysen auf Waldbrände in den Sequoia-Beständen Kaliforniens hingewiesen. Seiner Auffassung nach fanden in den Jahren 245, 1441, 1580 und 1797 Grossfeuer in diesem Gebiet statt. Ähnliche Ergebnisse fand er für die Jahre 1676, 1707, 1722, 1753 und 1781 in Colorado. In alten Chroniken fand Plummer "schwarze Tage" beschrieben, die ohne Zweifel wegen der starken Rauchentwicklung so genannt worden sind. Der erste Bericht über einen solchen "schwarzen Tag" stammt vom 12. Mai 1706 aus New England. Daneben wird in frühen Reiseberichten über Waldbrände erzählt, deren Ursache manchmal den Indianern zugesprochen wird, die ja selbst im modernen Amerika noch durch Lagerfeuer Brände verursachen. Die riesigen, verwüsteten Flächen im Westen und Nordwesten der USA, teilweise wieder mit Pionierholzarten bestockt, erinnern den Reisenden von heute an Waldbrände, die in den letzten hundert Jahren diese Gebiete zerstörten.

Nachdem der Westen und Mittelwesten zum Bund gekommen waren und diese Gebiete von Osten her besiedelt worden waren,

versuchte sich der weisse Einwanderer mit allen Mitteln gegen die Waldbrände zu schützen; denn der Wald barg ja nicht nur sein "tägliches Brot", sondern er umstand auch seine Gehöfte und ein Brand kostete oft das Leben aller Siedler. Die Kenntnisse, Methoden und Mittel waren damals jedoch so gering, dass es im 19. Jahrhundert noch zu 12 Katastrophenbränden kam. Der grösste dieser Brände war der Miramichi Brand im Staate Maine, wo im Jahre 1825 1,5 Millionen ha zusammenhängender Waldfläche verbrannten (3). Dies ist eine Holzbodenfläche, die etwa einem Viertel der gesamten Waldfläche der Bundesrepublik entspricht.

Die Waldbrandbekämpfung in jener Zeit beruhte auf reiner Privatinitiative; es fehlte die organisatorische Zentralisation, was seine Ursache den zersplitterten Besitzverhältnissen verdankte.

Als sich im Jahre 1904 der Staat - erweiternd 1905, 1906 und 1907 - intensiv mit der Forstwirtschaft zu beschäftigen begann, wurde mit dem Aufbau des Forest Service - der Bundesforstverwaltung - auch eine Abteilung für Waldbranderforschung und -bekämpfung geschaffen.

Es fehlte jedoch bei der Öffentlichkeit und dadurch bei den massgebenden Regierungsstellen noch das nötige Interesse und so wurde die Abteilung "Fire Control" stets als Stiefkind behandelt. Obwohl einzelne Männer, wie E. T. Allan, Chapman und S. Long¹ Erstaunliches für den Aufbau einer Waldbrandkontrolle leisteten,

¹1909 gründeten sie die "Northwest Forest Protection and Conservation Association", eine Vereinigung, die sich über die ganzen Vereinigten Staaten erstreckte und die kooperative Planungen zwischen Privat- und Staatswald in Bezug auf Waldbrand entscheidend förderte (13).

blieb das Interesse der Allgemeinheit doch gering. Dies änderte sich nach dem Katastrophenbrand von 1910 im Staate Idaho und Montana (Totalschaden: 1 Million ha Waldfläche), der 85 Menschen das Leben kostete. Durch die folgende, wochenlange Pressekampagne wurde die Öffentlichkeit am Problem Waldbrand interessiert und damit verbesserte sich die Lage der Abteilung "Fire Control" im Forest Service schlagartig. Gesetze wurden erlassen, Gelder wurden zur Verfügung gestellt, und die Entwicklung begann.

Im gleichen Jahre veröffentlichte der geniale Forstmann Graves (20) einen Artikel, in welchem er die fünf Grundgedanken der Feuerbekämpfung bespricht, die noch heute volle Gültigkeit haben:

1. So schnell wie möglich zum Brandherd
2. Ausreichende Stärke und Intensität der Bekämpfung
3. Geeignete Ausrüstung
4. Eine gut organisierte Löschmannschaft
5. Erfahrung in der Waldbrandbekämpfung

Ohne dass er es direkt aussprach, ist anzunehmen, dass Graves mit Punkt 4. und 5: auch schon das Training der Mannschaften meinte, was offiziell erst Peter Keplinger 1922 einführte.

1912 entstand durch die Entwicklung auch eine einheitliche Terminologie. Die Begriffe "Feuer", "Vorfeuer", "Feuerwachturm", "Feuerriegel", usw. wurden genau definiert, resp. geschaffen. 1916 setzte sich H. R. Flint (6) energisch für Transportmittel ein. Er dachte hauptsächlich an Zeppeline, jedoch konnte sich die Bundesforstverwaltung erst 1925 zum Einsatz von Flugzeugen als Transportmittel entschliessen².

In all den Jahren, in denen man sich intensiv mit dem

Feuerproblem beschäftigte, war alles Trachten und Handeln nur auf einen Punkt gerichtet: Wie können wir den entstandenen Waldbrand am besten bekämpfen? (Wobei jedoch nur solche Brände Berücksichtigung fanden, die für den Menschen gefährlich wurden. Feuer, irgendwo im Urwald, liess man einfach ausbrennen.) Erst 1923 tauchte zum ersten Mal die Frage auf: Können wir einen Waldbrand nicht verhindern? Mit der Erkenntnis, dass eine Vorbeugung ebenso wichtig ist wie eine Bekämpfung, begann die Forschung.

1923 veröffentlichten J. V. Hofmann und W. B. Osborne (22)³ ihre Theorie über eine Verbindung zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Feuer. Dieser Artikel wirkte wie eine Sensation und man glaubte, damit eine Antwort auf alle noch offenen Fragen gefunden zu haben. Sehr bald danach stellte man ernüchtert fest, dass zwar die relative Luftfeuchtigkeit bei Waldbränden einen wesentlichen Faktor darstellt, dass aber darüber hinaus noch viele andere Einflüsse eine grosse Rolle spielen.

1924 wurde der Clark-McNary-Act geschaffen, der einen wesentlichen Fortschritt bedeutete. Dieser Akt besagt, dass jeder Waldbesitzer, einschliesslich der Länder und Gemeinden, die gleiche Summe Geldes für Waldbrandkontrolle vom Bund erhält, die er selber dafür ausgibt. Stellt also ein Waldbesitzer einen Feuerbekämpfungs-

Material geschafft. Fallschirme treten erst viel später in den Dienst der Brandkontrolle (7).

³Schon 1914 hatte Beals (2) als Wetterfachmann darauf hingewiesen, dass mit Sicherheit anzunehmen ist, dass eine enge Beziehung zwischen allgemeiner Wetterlage und Waldbränden besteht. Jedoch schief dieser Gedanke wieder ein.

plan auf, der in seinen Gesamtkosten jährlich 10 000.-Dollar verschlingt, braucht er nur 5 000.- Dollar zu bezahlen, den Rest bestreitet das Clark-McNary Programm. Ist er bereit, nur 100.- Dollar auszugeben, erhält er auch nur 100.-Dollar aus dem Fond. Dieses Programm ist heute noch - nach einigen, unwesentlichen Änderungen - in Kraft.

Zwischen 1924 und 1933 wurde der Aufbau organisierter Waldbrandbekämpfung energisch vorangetrieben. T. W. Norcross (32) entwickelte, auf Flint's Ideen aufbauend, eine ausgedehnte Transportorganisation. 1933 wurde durch den damaligen Präsidenten der USA, F. D. Roosevelt, das CCC⁴ ins Leben gerufen, eine Organisation, die etwa dem Freiwilligen Arbeitsdienst der Weimarer Republik entsprach. Mit Hilfe dieses CCC erhielt die Feuerkontrolle einen weiteren, bemerkenswerten Aufschwung; denn nun konnte mit weniger Geld ein grösseres Programm aufgebaut und durchgeführt werden.

1934 brachte Gisborne (16) den ersten Feuergefahrenmesser heraus. Damit wurde der Forstwirtschaft zum ersten Male die Möglichkeit eröffnet, die Wahrscheinlichkeit zu berechnen, mit der ein Feuer ausbricht, und wenn dies eingetreten ist, mit welcher Geschwindigkeit es sich ausbreiten und wie die Löscharbeit sich gestalten wird. Darüber hinaus eröffnete der Gefahrenmesser die Möglichkeit, konkrete Warnungen an das Publikum auszugeben und gegebenenfalls - gestützt durch Gesetze - Handlungen zu untersagen. Bis dahin musste man sich zufrieden geben, die Brandgefahr als "mittel" oder "gross" zu bezeichnen, wobei man sich ausserdem nur

⁴Civilian Conservation Corps

auf die Aussagen "erfahrener Leute" berufen konnte. Jetzt war man in der Lage, von einer 60, 70 oder 80 prozentigen Gefahr zu sprechen, die sich berechnen liess!

Der Gefahrenmesser hat seit 1934 eine Unzahl von Veränderungen erfahren und heute hat fast jede Region - die USA sind in 10 verschiedene Forstregionen aufgeteilt - ihren eigenen Gefahrenmesser. Diese "Uneinheitlichkeit" beruht nur zu einem gewissen Teil auf dem Gedanken, "etwas Anderes als der Nachbar" zu haben. Der Hauptgrund ist die Verschiedenheit der forstlichen Verhältnisse, z. B. Ost und West, mit den Extremen des Ostens als Laubwaldgebiet, zum grossen Teil künstlich begründet, in vielen Dingen schon sehr unserer Forstwirtschaft ähnelnd; und der Westen mit seinen unübersehbaren Nadelholzbeständen, heute noch meist Urwald und als Exploitationswald genutzt.

KAPITEL III

DER WALDBRANDGEFAHRENMESSER

A. Definition wichtiger Begriffe und Ausdrücke.

1. Der Waldbrandgefahrenmesser (Fire Danger Meter) ist ein Messinstrument, mit dem sowohl die Entzündbarkeit des Abraumes gemessen werden kann, wie auch die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Waldbrand zu erwarten ist.

2. Die aktive Feuerursache (Risk) ist die Aktivität der Feuer verursachenden Agenzien, also Gewitter mit Blitzschlag oder die Aktivität des Menschen (Raucher, Eisenbahn usw.).

3. Die passive Feuerursache (Hazard) ist die Brandgefahr, die durch natürliche Verhältnisse gegeben ist: z. B. Holzart, Abraumdichte und -art, Trockenperiode usw.

4. Nach Gisborne (15) unterscheidet man für die Gefahremessung zwei Hauptpunkte:

a. Unveränderliche Faktoren

b. Veränderliche Faktoren

Zu a: Als unveränderliche Faktoren werden angesehen, bezogen auf einen Bezirk: Hanglage, und Hangrichtung, Bodenbedeckung einschl. Bestandstyp und -form, Hauptwindrichtung, Grösse der Fläche, Stärke, Dichte, und relative Brennbarkeit des

Abraumes⁵, sowie durchschnittliche, aktive Feuerursachen.

Zu b: Als veränderliche Faktoren werden solche angesehen, die in einem bestimmten Bezirk eine Hauptfeuerzeit von der des nächsten Jahres unterscheiden: Wachstum und Brennbarkeit der lebenden und Brennbarkeit der toten Bodenvegetation, Feuchtigkeitsgehalt und damit Entzündbarkeit des abraumes, Windgeschwindigkeit, Sichtverhältnisse und relative Luftfeuchtigkeit.

Der Niederschlag fällt als durchschnittlicher Monatsniederschlag in die Gruppe der unveränderlichen, als absoluter, täglicher, in die der veränderlichen Faktoren.

5. Der Brandindex (Burning Index) basiert auf den Wetterverhältnissen und der Beschaffenheit des Abraumes. Von den Wetterverhältnissen interessiert hauptsächlich die relative Luftfeuchtigkeit und die Windgeschwindigkeit. Unter "Beschaffenheit des Abraumes" ist die relative und absolute Brennbarkeit des Abraumes zu verstehen.

a. Die relative Brennbarkeit ist abhängig von der Vegetation (Holzart, Bodenvegetation, leichtes oder schweres Abraummaterial).

b. Die absolute Brennbarkeit ist von der Trockenheit des Materials abhängig.

⁵Gisborne stellt des Abraum in die Kategorie der unveränderlichen Faktoren. Meiner Ansicht nach kann man sich nicht ohne weiteres darauf festlegen, sondern die Entscheidung, in welche Kategorie man den Abraum einreihen soll, ist abhängig von der Art des Abraumes, der Schnelligkeit seiner Verwitterung und anderen, örtlichen Verhältnissen.

Der Feuchtigkeitsgehalt ist des Abraumes ist hauptsächlich eine Folge vorangegangenen Wettereinflusses.

Sind die oben beschriebenen Daten zusammengetragen (über Instrumente und Messungen wird noch im Einzelnen gesprochen werden), wird der Brandindex berechnet. Der Brandindex - ausgedrückt durch eine Prozentzahl - stellt eine zeitlich begrenzte Entzündbarkeit eines gegebenen Waldkomplexes dar.

6. Der Planungsindex (Preparedness Index). Wenn man zum Brandindex die aktive Feuerursache und die Sichtverhältnisse addiert, erhält man den Planungsindex. Aktive Feuerursache und Sichtverhältnisse sind zwei Faktoren, die sich von Tag zu Tag, ja u. U. von Stunde zu Stunde ändern können, die aber keinen direkten Einfluss auf die Entzündbarkeit des Materials oder die Ausdehnung eines entstandenen Feuers haben. Der Planungsindex wird dann wichtig, wenn man für einen bestimmten Tag (z. B. Wochenende, Nationalfeiertage usw.) die Stärke der Bereitschaftsrotten oder die Besetzung der Feuerwachtürme plant.

Die Genauigkeit dieses Indexes ist nicht sehr gross, da die wahrscheinlichen Sichtverhältnisse, besonders wenn es sich um bergiges Gelände handelt, meist nur ungenau vorausbestimmt werden können.

7. Der Ausdehnungsindex (Rate-of-Spread Index). Wenn man zu dem Brandindex den Abraumtyp und die Topographie hinzunimmt, erhält man den Ausdehnungsindex. Dieser Index zeigt, mit welcher Geschwindigkeit - bei gegebenen Verhältnissen - ein entstandenes Feuer läuft und, was für die Brandbekämpfung wichtig ist, wie schnell sich der Umfang des Feuers vergrössert. Kleine Zweige und leichter

Abraum haben z. B. eine schnellere Ausdehnung des Feuers zur Folge als schwer und kompakt liegendes Material. Die Hanglage ist ebenfalls wichtig, da ein Feuer wesentlich schneller berauf läuft als bergab. Das Gleiche gilt für die Umfangzunahme. Ein Feuer, das an einem Hang entsteht hat eine schnellere Umfangzunahme als ein Feuer welches bei gleichem Brandindex in der Ebene ausbrechen würde (Vergl. Tafel 1, Figur 1 und Figur 2).

TAFEL 1

DURCHSCHNITTliche AUSDEHNUNG* EINES FEUERS** IM VERHÄLTNIS ZU ABRAUMTYP, HANGLAGE UND BRANDINDEX

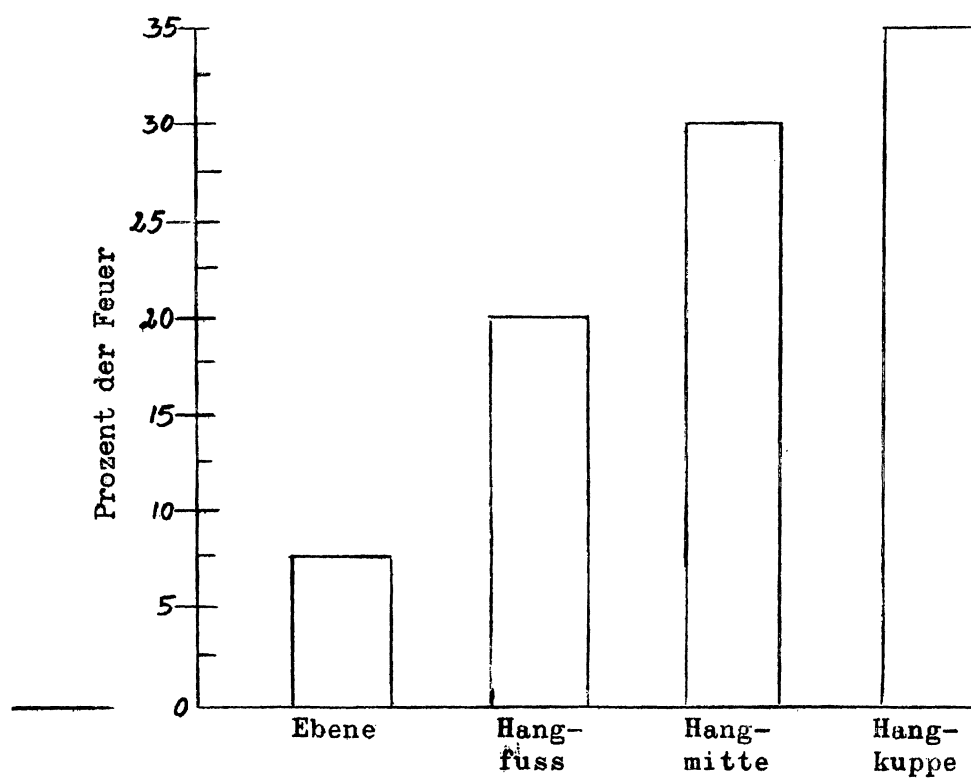
		Brandindex									
		Umfangzunahme in Meter pro Stunde									
Feueraus- dehnung bei gegebenem Abraum	Hanglage in %	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
langsam	0-10	0	20	20	20	20	40	40	40	60	80
	11-25	0	20	20	20	40	40	60	60	80	121
	26-50	20	20	40	40	60	60	80	80	121	168
	51-75	20	40	60	60	80	101	121	141	181	261
	über 75	40	60	80	100	121	141	160	200	300	400
mittel	0-10	0	20	20	20	40	40	40	60	80	100
	11-25	20	20	20	40	40	60	60	80	120	140
	26-50	20	40	40	60	60	80	100	120	160	200
	51-75	40	60	60	80	100	120	140	180	260	320
	über 75	60	80	100	120	160	200	240	300	400	500
schnell	0-10	0	20	40	60	80	100	120	160	180	240
	11-25	20	20	60	80	120	140	180	220	260	340
	26-50	40	40	80	120	160	200	240	320	360	480
	51-75	60	60	120	180	260	320	380	500	560	760
	über 75	80	100	200	300	400	500	600	800	900	1200
äußerst schnell	0-10	20	60	80	100	120	160	200	260	320	380
	11-25	20	80	120	140	180	220	280	380	440	540
	26-50	40	120	160	200	240	320	400	520	640	760
	51-75	60	180	260	320	380	500	640	820	1000	1200
	über 75	100	300	400	500	600	800	1000	1300	1600	1900
blitzartig	0-10	20	100	240	300	380	480	600	740	920	1145
	11-25	20	140	340	420	540	680	840	1045	1310	1630
	26-50	40	200	480	600	760	960	1200	1480	1850	2230
	51-75	60	320	760	960	1200	1530	2000	2350	2930	3640
	über 75	100	500	1200	1500	1900	2400	3010	3720	4620	5730

*Die angegebenen Zahlen bedeuten die Ausdehnung während der ersten 4 - 5 Stunden des Brandes.

**Die Werte sind Durchschnittswerte, die durch Analyse von 2955 Feuern in den National Forests gewonnen wurden (1).

FIGUR 1

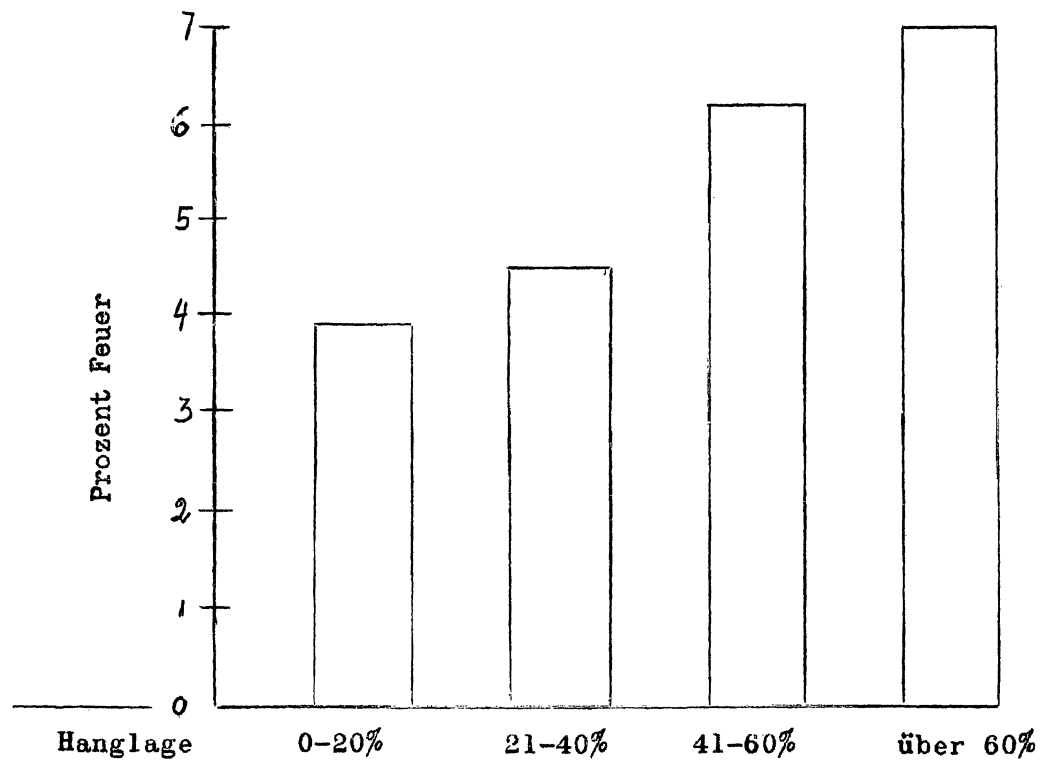
FEUERENTSTEHUNG IN PROZENT, BEZOGEN AUF
EBENE, HANGFUSS, HANGMITTE UND HANGKUPPE*



* entnommen: J. S. Barrows "Fire Behavior"⁽¹⁾

FIGUR 2

FEUER, ENTSTANDEN AN VERSCHIEDENEN
HANGLAGEN MIT EINER AUSDEHUNG
VON 5 HA ODER MEHR, IN PROZENT



8. Der Bereitschaftsindex (Dispatcher's Index). Man erhält den Bereitschaftsindex, wenn man zum Planungsindex folgende Faktoren addiert:

- a. Die Alarm- und die Wegezeit⁶.
- b. Die Löschbarkeit (unter Berücksichtigung von Abraumtyp, Bodenart und Topographie).
- c. Die Personalfaktoren, die die Löscharbeiten wesentlich beeinflussen, wie Grösse und Leistungsfähigkeit der Mannschaft, Ermüdung, Verpflegung usw.

Die Alarmzeit, sowohl wie die Wegezeit, sind besonders wichtig; denn sie geben dem Bereitschaftsmeister Auskunft darüber, wie stark sich das Feuer in der Zwischenzeit vergrössert hat, resp. noch vergrössern wird, und wie gross dementsprechend die Mannschaft sein muss, die er an den Brandherd zu senden hat. Ein Feuer, das rasche Ausdehnung und schwere Löschbarkeit besitzt, erfordert einen grösseren Einsatz an Menschen und Material als ein Feuer mit umgekehrten Eigenschaften. Auch die Art des Abraumes ist hier wichtig, jedoch nur in Bezug auf die Löschbarkeit. Obwohl leichter Abraum schneller entzündbar ist und mit rascherer Ausdehnung brennt als schweres Material, ist er doch leichter zu löschen als schwer und kompakt liegender Abraum.

⁶Alarmzeit (elapsed time) soll die Zeit bezeichnen, die vergeht vom Sichten des Feuers über die Meldung bis zum Start der Löschmannschaft. Startzeit (get-away-time) ist die Zeit, die vergeht, wenn die Mannschaft das Ausrückkommando erhalten hat, bis sie tatsächlich die Station verlässt. (Alarmzeit schliesst also Startzeit ein!) Wegezeit (travel-time) ist die Zeit, die die Mannschaft benötigt, um von der Station an den Brandherd zu gelangen.

Steiniger Boden und steile Abhänge erschweren die Löscharbeit wesentlich, was wiederum schnellere Ermüdung der Mannschaft zur Folge hat. Je länger die Löscharbeit dauert, desto geringer wird die Leistung pro Mann - Stunde. Will der Bereitschaftsmeister die Löscharbeit auf die Hälfte der vorgesehenen Zeit herabdrücken, muss er mehr als das Doppelte der Arbeitskräfte aufwenden; denn bei Löschmannschaften zeigen sich die gleichen Erscheinungen wie bei Waldarbeiterröten: Je grösser die Rote, desto geringer die relative Leistung.

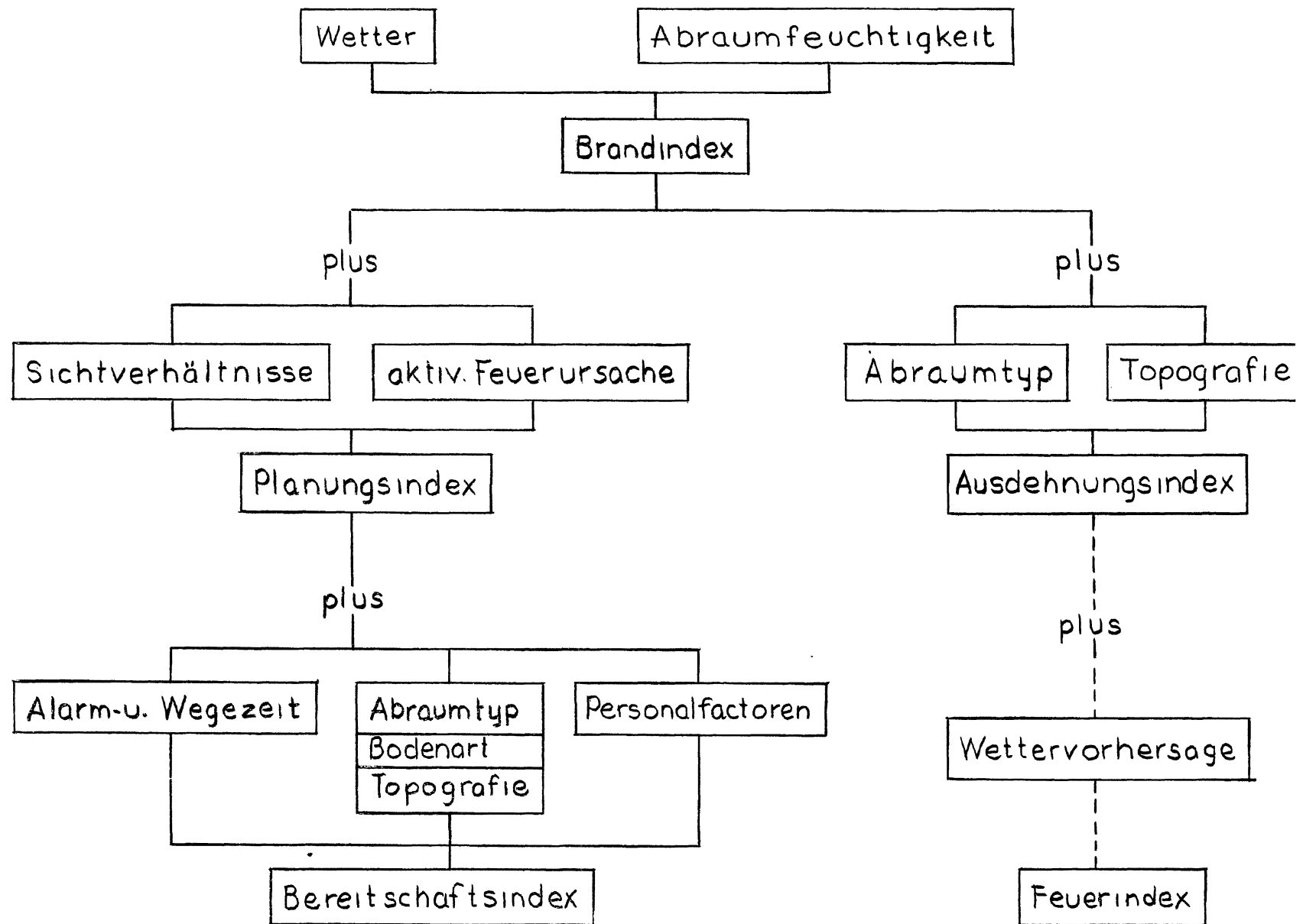
Alle diese Punkte müssen in Erwägung gezogen werden, u. U. noch andere, örtliche Besonderheiten, um den Bereitschaftsindex zu ermitteln.

9. Der Feuerindex (Fireline Index). Der Feuerindex unterscheidet sich vom Ausdehnungsindex nur im Punkte der Zeit. Der Ausdehnungsindex beantwortet die Frage: Wie gross ist die Durchmesserzunahme des Feuers während der nächsten Stunden? Der Feuerindex bedient sich zusätzlich noch der Wettervorhersage und beantwortet die Frage: Wird sich das Wetter in den nächsten Stunden ändern? Bringt es der Löscharbeit Hilfe (Regenguss) oder wird es sie erschweren (Sturm)?

Zwischen diesen 5 Indizes bestehen bestimmte Beziehungen, die in Figur 3 wiedergegeben sind.

10. Zu den Messgeräten, die zur Ermittlung der Abraumfeuchtigkeit dienen, muss folgendes gesagt werden: Wenn von Messstäben die Rede ist, handelt es sich stets um zylindrische Kiefernstäbe, bei Messbrettchen stets um Lindenholzbrettchen. So wird ein Feuchtigkeitsmessstab und ein Feuchtigkeitsmessbrettchen unterschieden. (Nähere Erläuterungen dazu im Text.)

Die Beziehung der verschiedenen Feuergefährdizes untereinander und die Elemente, auf denen sie aufgebaut sind.



FIGUR 3

11. Feuerwachtürme (Lookouts) sind meist aus Holz - selten aus Stein - gebaute Aussichtstürme, die auf Bergen mit guter Rundsicht errichtet werden und während der Hauptfeuerzeit von sogenannten "Lookouts", Feuerwachen, besetzt sind, deren Aufgabe es ist, Waldbrände schon im Anfangsstadium zu sichten und dadurch die Bekämpfungsmassnahmen zu erleichtern.

12. Die Hauptfeuerzeit (Fire season) ist die Zeit des Jahres, in der die meisten Brände zu erwarten sind. Sie schwankt je nach dem Gebiet zwischen einzelnen Monaten (z. B. im Nordwesten der USA von ca. 15. Mai bis 15. September) bis fast ganzjährig (z. B. im Südwesten vom 1. Dezember bis 1. September).

B. Unterlagen zur Messung der Feuergefahr.

Wie teilweise schon aus dem Vorangegangenen zu ersehen ist, wird die Feuergefahr für einen Wald durch folgende Faktoren beeinflusst:

1. Meteorologische Faktoren

- a. Niederschlag
- b. Feuchtigkeitsgehalt der Luft
- c. Windbewegung
- d. Verdunstung
- e. Temperatur
- f. Barometerdruck

2. Andere Faktoren

- a. Topographie und Höhenlage
- b. Bestandstyp und -form, sowie Abraumtyp, -art und Abraumfeuchtigkeit

c. Aktivität der Brandagenzien

d. Hauptfeuerzeit

Will man die Feuergefahr als gesamten Komplex für eine bestimmte Zeit beurteilen, also sowohl die Entzündbarkeit wie auch die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Feuer ausbricht und die vermutliche Ausdehnungsgeschwindigkeit eines entstandenen Brandes, so müssen alle obigen Punkte in Erwägung gezogen werden.

C. Messgeräte, sowie deren Handhabung⁷.

1. Meteorologische Messgeräte

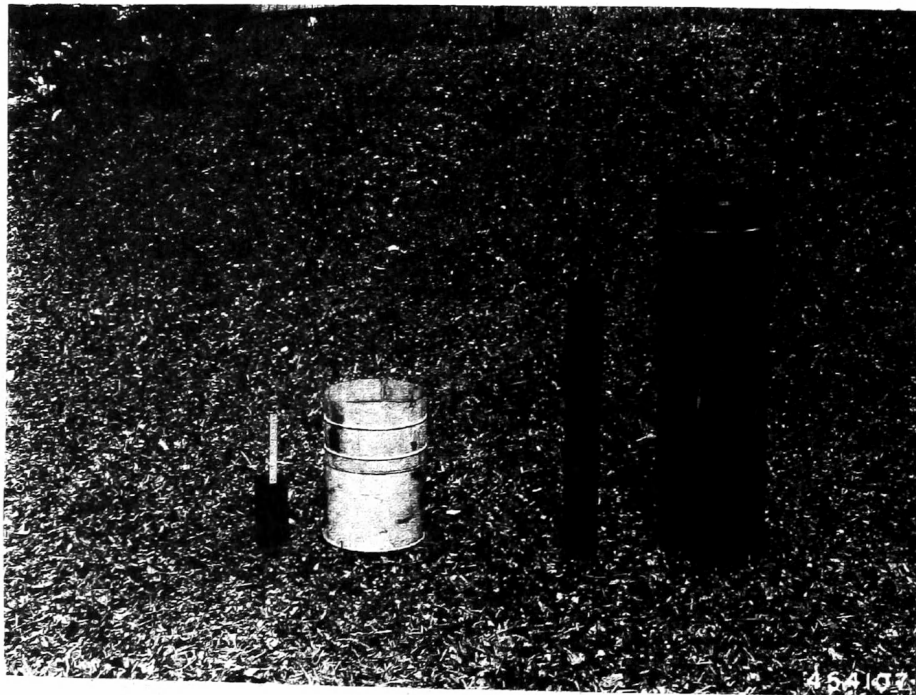
a. Niederschlag

Es finden zwei Regenmesser Verwendung, der sogenannte "Standard - Weather Bureau" Regenmesser und der "Forest Service" Regenmesser. Der Standard Weather Bureau Regenmesser hat eine Länge von 28 - 30 inch (70 - 75 cm), einen Durchmesser von 8 inch (20 cm) und in der Messröhre eine Kapazität von 2 inch (5 cm) mit grosser Überlaufkapazität. Mit diesem Regenmesser kann man bis auf 1/100 inch genau messen; ausserdem zeichnet dieses Gerät den Niederschlag automatisch auf Millimeterpapier auf, was diesen Regenmesser verhältnismässig kompliziert und verteuert. Für die normalen Messungen genügen die Werte, die der Forest Service Regenmesser liefert. Dieser Regenmesser hat eine Höhe von etwa 12 inch (30 cm) und einen Durchmesser von nicht ganz 8 inch (20 cm). Seine Messröhrenkapazität beträgt 1/2 inch (1,2 cm), die Überlaufkapazität 6 inch (15 cm). (Vergl. Figur 4.)

⁷Bei den in Deutschland bekannten Geräten wird auf die Erläuterung der Arbeitsweise verzichtet.

FIGUR 4

DIE ZWEI VERWENDETEN REGENMESSER



links: der Forest Service Regenmesser.

rechts: der Standard Weather Bureau Regenmesser.

b. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft wird mit einem Psychrometer als relative Luftfeuchtigkeit gemessen.

c. Windbewegung

Die Windrichtung wird für die Forstbezirke durch Wetterfahnen ermittelt. (Als Vergleichsmessungen werden - wenn nötig - zusätzlich die täglichen Ballonmessungen der Wetterwarten verwertet.)

Zur Messung der Windgeschwindigkeit bedient man sich eines Dreischalenanemometers⁸. Der Vierschalenanemometer wird immer seltener angewendet, da man der Ansicht ist, dass das Dreischaleninstrument genauere Werte liefert und damit Fehlerquellen zwischen gemessener und absoluter Windgeschwindigkeit verringert⁹.

d. Verdunstung

Die Verdunstung wird durch die gewonnenen Werte des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft (absolute, sowie relative Luftfeuchtigkeit, Sättigungsgrad und Temperatur) ermittelt.

e. Temperatur

Zur Messung finden gewöhnliche Thermometer Anwendung, fast ausschliesslich mit Fahrenheiteinteilung.

f. Barometerdruck

Der Barometerdruck wird durch das Barometer ermittelt.

Mit Ausnahme der Punkte d und f werden alle diese Werte durch die Wetterstationen der Forstverwaltung, sogenannte Feuerwetterstationen, die sich in den einzelnen Distrikten befinden,

⁸Die offizielle Bezeichnung des verwendeten Dreischalenanemometers lautet: SA type Friez Anemometer.

⁹Persönliche Aussprache mit Mr. Krumm, Leiter der Wetterwarte Missoula. Ausserdem Literatur (11), (25).

täglich gemessen. Daneben besteht eine enge Verbindung zwischen der Forstverwaltung und den staatlichen Wetterbüros. So kann die Grosswetterlage, wenn nötig, jederzeit mit in die Planung einbezogen werden.

2. Messung anderer Faktoren

Die Messung der "anderen Faktoren" obliegt ausschliesslich der Forstverwaltung. Hanglage, Hangexposition, Bestandstyp und -form sind für Deutschland bekannte Begriffe in der Forstwirtschaft. Ihre Erfassung erfolgt nach üblichen Methoden, so dass hier nicht weiter darauf eingegangen werden soll. Darüber hinaus sind diese Daten für die Gefahrenmessung nur insoweit wichtig, als sie einen entstandenen Brand wesentlich beeinflussen, für die Entstehung eines Feuers aber nur indirekte Bedeutung haben. Die Trockenheit oder Feuchtigkeit eines Gebietes (z. B. Hangexposition) wird durch meteorologische und andere Messungen erfasst.

Wichtig ist die Bestimmung des Abraumes, die Aktivität der Brandagenzien und die Bestimmung der Hauptfeuerzeit des Jahres.

Der Abraum wird nach Dichte und Art bestimmt. Auf Grund von Erfahrungswerten kann die Brennbarkeit durch Tabellen für bestimmte Abraumtypen ermittelt werden⁽¹⁾. Genaue und eingehende Untersuchungen, die auf den neuesten Erkenntnissen aufgebaut wurden, werden augenblicklich durch die Northern Rocky Mountain Forest & Range Experiment Station in Missoula, Montana, durchgeführt, jedoch sind die Arbeiten hierüber noch nicht abgeschlossen¹⁰.

¹⁰ Sachverständiger auf dem Gebiete der Abraumforschung ist George Fahnestock, Forest Service, Missoula, Montana. Darüber hinaus hat L. G. Hornby (24) den Abraum durch Abraumtypen klassifiziert.

Neben der Einordnung des Abraumes in Arten, ist der Feuchtigkeitsgehalt des Abraumes¹¹ von grosser Bedeutung, um seine Entzündbarkeit ermitteln zu können. Es hat sich herausgestellt, dass man die Messungen der Wetterlage nicht als Indikator für den Feuchtigkeitsgehalt des Abraumes verwenden kann (18).

Gisborne entwickelte als erster in der Region 1 für seinen Gefahrenmesser Feuchtigkeitsmessstäbe, deren man sich - in abgewandelter Form - auch heute noch bedient. (Früher wandte man zur Messung der Abraumfeuchtigkeit die Rohhumus - Hygrometer - Methode an, die jedoch in ihren Ergebnissen nicht befriedigte.) Jahrzehnte lange, sehr intensive Forschung (16, 17, 28)¹² hat den Gisborneschen Messstab sehr vervollkommen und heute kann man mit seiner Hilfe den Feuchtigkeitsgehalt des Abraumes und dadurch seine Entzündbarkeit mit ziemlicher Sicherheit ermitteln.

Diese Messstäbe sind in den Gegenden der USA, wo Koniferen überwiegen (Westen und Norwesten) zylindrische Stäbe aus *Pinus ponderosa* - Splintholz. In Gegenden, wo Laubholz überwiegt (Osten), sind es Brettchen aus Lindenholz.

¹¹Die amerikanische Waldbrandterminologie bedient sich hier eines Ausdrucks, der meiner Ansicht nach etwas unglücklich gewählt wurde. Man liest in der Literatur von der Wichtigkeit des Abraumfeuchtigkeitsprozentes. Tatsächlich ist aber nicht die Abraumfeuchtigkeit von Interesse, sondern die Abraumtrockenheit. Man bedient sich lediglich der Feuchtigkeitsmessung, um die Trockenheit festzustellen. Es wäre also richtiger, von der Abraumtrockenheit zu sprechen und das Abraumfeuchtigkeitsprozent als Abraumtrockenheitsprozent in die Terminologie aufzunehmen.

¹²Darüber hinaus findet man in fast jedem amerikanischen Buch über Waldbrand, Hinweise auf Abraumfeuchtigkeitsprozente.

Die heute verwendeten Messstäbe werden mit einem Durchmesser von einem halben inch (1,2 cm) und einer Länge von etwa 18 inch (45 cm) von besonderen Fabriken geliefert. Auf die Länge wird nicht so sehr geachtet, da das absolute Trockengewicht von 100 gr massgebend ist. Jedes Messstabgerät besteht aus vier parallel mit einander gekoppelten Messstäben (vergl. Figur 4). Das 100 gr Trockengewicht bezieht sich auf alle vier Stäbe zusammengekommen.

Die Messbrettchen (vergl. Figur 5) haben eine Stärke von $2\frac{3}{8} \times \frac{1}{8} \times 18$ inch (6 x 0,3 x 45 cm). Jeweils drei solcher Messbrettchen sind zu einem Gerät zusammengeschlossen. Auch hier gilt das 100 gr Trockengewicht und nicht so sehr die Länge von 45 cm.

Das 100 gr Trockengewicht hat den Vorteil, dass die Gewichtszunahme durch Feuchtigkeit - in Gramm gemessen - gleichzeitig als Prozent, als "Feuchtigkeitsprozent", gerechnet werden kann. Dies erleichtert die Verwendung der gewonnenen Werte für die Ermittlung der Feuergefahr.

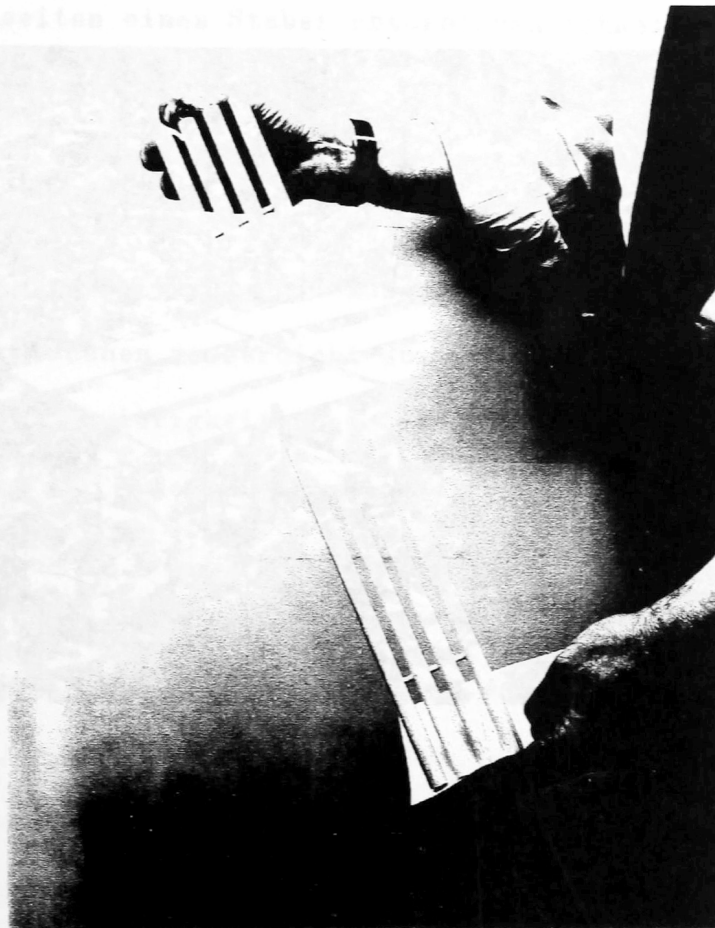
Gisborne verwendete für seine Messungen noch jeweils nur einen Stab mit bestimmter Länge und bestimmtem Durchmesser. Er numerierte diese Stäbe und ermittelte das Trockengewicht.

Die Feuchtigkeitsmessstäbe werden an bestimmten Stellen des Reviers aufgebaut und aus der Differenz zwischen dem tatsächlichen Gewicht und dem absoluten Trockengewicht ergibt sich das "Abraumfeuchtigkeitsprozent".

Die Fabriken liefern die Messstäbe und -brettchen mit Trockengewichts- und Durchmesserгарantie, resp. mit garantierter

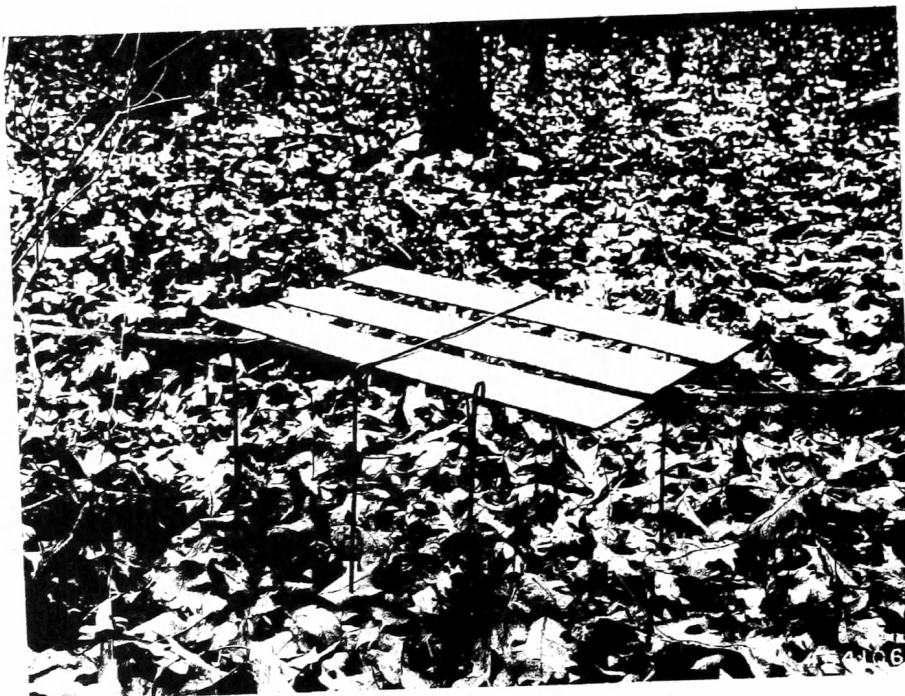
FIGUR 5

FEUCHTIGKEITSMESSSTÄBCHEN AUS PINUS PONDEROSA



FIGUR 6

FEUCHTIGKEITSMESSBRETTCHEN AUS LINDENHOLZ



Breite und Dicke.

Als man nur einen Stab für jeweils eine Messung verwendete, stiess man auf folgende Schwierigkeiten:

1. Der Messstab sollte handlich sein, seine Länge betrug etwa 50 cm. Diese Länge entsprach aber nicht der Länge des meisten Abraummateri- als, da die Zweige, Äste und Zopfstücke fast ausschliesslich länger als ein halber Meter sind.

2. Die Stirnseiten eines Stabes absorbieren schneller Feuchtigkeit (und geben sie auch schneller wieder ab) als die Seitenflächen. Daraus ergaben sich bei Anwendung von nur einem Messstab Gewichtsschwankungen, die so gross waren, dass man den ermittelten Wert als ungenau bezeichnen musste. Gisborne (16) schlug deshalb vor, die Stirnflächen wasserdicht abzuschliessen.

3. Die grösste Schwierigkeit aber bestand darin, einen Durchmesser zu finden, der einem Mittelwert des feuergefährlichen Abraumes entsprach.

Die heutige Methode, mehrere, parallel miteinander gekoppelte Messstäbe für eine einzelne Messung zu verwenden, hat folgende Vorteile:

a. Die Stirnseitenoberfläche der Stäbe wird zum Verhältnis der Seitenoberfläche wesentlich vergrössert. Die schnellere Feuchtigkeitsabgabe oder Zunahme an den Stirnflächen wird dadurch - bezogen auf die Feuchtigkeitsschwankungen des durchschnittlichen Abraummateri- als - diesem weitgehend angeglichen.

b. Durch die relative grössere Stirnseitenoberfläche entspricht das Instrument mehr den unterschiedlichen Längen des gewöhnlichen Abraummateri- als.

c. Die amerikanischen Sachverständigen glauben, dass sie mit dem heute verwendeten Durchmesser der Messstäbe und der Breite und Dicke der Messbrettchen eine Durchschnittsgrösse gefunden haben, die dem Abraummaterial entspricht. Tatsächlich zeigen die erzielten Messungen der vergangenen Jahre voll befriedigende Ergebnisse. Für die Daten, die benötigt werden, ist nur der Feuchtigkeitsgehalt des Abraumes mit bestimmtem Durchmesser von Interesse. Bei stärkerem Material interessieren nur die äusseren (Splintholz) Jahrringbreiten und nicht das Kernholz. Man will ja die Wahrscheinlichkeit messen, mit der ein Feuer entsteht, und nicht die Wahrscheinlichkeit, mit der k e i n Feuer entsteht.

Bei der Aktivität der Brandagenzien unterscheidet man zwei Gruppen:

1. Natürliche Ursachen
2. Ursachen durch den Mensch

Zu 1: Als natürliche Ursache kommt praktisch nur der Blitzschlag in Betracht, da Selbstentzündung so selten eintritt, dass bei der Aufstellung von Werten nicht damit gerechnet zu werden braucht. Im Westen der USA werden über 90% aller Waldbrände durch den Blitz verursacht. Z. B. entstanden im Jahre 1926 in einem Forstamt im Staate Idaho durch zwei Gewitter mit Blitzschlägen an einem Tage 150 verschiedene Brände (19).

Die Wahrscheinlichkeit von Gewittern (wobei ein Unterschied gemacht wird, zwischen "trocknen" und "nassen", "harmlosen" und "gefährlichen" Gewittern) wird durch die Wetterstationen an Hand der Grosswetterlage ermittelt. Kombiniert man die Blitzgefahr mit

der Entzündbarkeit des brennbaren Materials eines Distriktes, so erhält man die Wahrscheinlichkeit, mit der durch Blitzschlag ein Feuer entsteht. Jedoch ist man in der Forschung noch nicht so weit, dass man für ein Gewitter die wahrscheinliche Zahl der Blitzschläge voraussagen kann. Die "Blitzgefahr" beantwortet hier also nur die Frage: Wird es beim kommenden Gewitter Blitzschlag geben oder nicht?

Zu 2: Schwieriger ist die Aktivität des Menschen zu ermitteln. Hier können meist nur Erfahrungszahlen - also geschätzte Werte - helfen. Eisenbahnen, Sägewerke, Waldarbeiter - lager usw. sind feste Gefahrenquellen, deren Gefährdungsprozent mit ziemlicher Genauigkeit auf Grund statistischer Tabellen erfasst werden kann. Nicht erfassen kann man die Raucher¹³. Von den Waldbränden im Osten der USA werden nach Jemison (23) 98% (in der Mittelatlantikregion nach Brown & Foweler (3) sogar 99,5%) durch den Menschen verursacht, und hiervon wieder ca. 70% durch Raucher.

Auf Grund von jahrelangen Berichten, die in Statistiken zusammengefasst sind, hat man Tabellen zusammengestellt, aus denen man die Aktivität des Menschen ablesen und danach die Feuergefahr ermitteln kann. Diese Tabellen sind meiner Ansicht nach jedoch fragwürdig, da die Statistiken, aus denen sie zusammengestellt wurden, nicht den Anspruch auf Genauigkeit erheben können (35). Dies hat folgenden Grund: Für die Waldbrandberichte hat jeder Distrikt Vordrucke, die vom Forest Service herausgegeben sind. Diese Vordrucke enthalten die verschiedenen Waldbrandursachen in Form von Rubriken, wie "Raucher", "Eisenbahn",

¹³Unter dem Sammelbegriff "Raucher" werden Ausflügler, Picknickgesellschaften, Sportjäger und -fischer zusammengefasst.

"Blitzschlag" usw. Ausserdem enthält der Vordruck die Rubrik "Unbekannte Ursache". Im Brandbericht hat der Forstmeister die entsprechende Ursache zu vermerken. Eine Fussnote weist darauf hin, dass auch bei nicht völlig geklärter Ursache die Rubrik der grössten Wahrscheinlichkeit anzukreuzen ist, und nicht die Rubrik "Unbekannte Ursache". Da jedoch viele Brandentstehungen tatsächlich unbekannt sind, ergeben die aus den Berichten gewonnenen Statistiken ein schiefes Bild.

Die Bestimmung der Monate, in welche die Hauptfeuerzeit fällt, ist ebenfalls nur auf Grund von Erfahrungswerten möglich gewesen. Hier jedoch konnte man an Hand von statistischen Werten mit ziemlicher Sicherheit die Jahreszeit bestimmen, die am meisten feuergefährdet ist.

D. Die Ermittlung und Zusammenstellung der Messwerte.

1. Ermittlung der Messwerte. Zwei Institute arbeiten für die Ermittlung der Werte zusammen: Die staatlichen und Bundeswetterwarten und die Forstverwaltungen der einzelnen Regionen¹⁴. Die Grosswetterlage wird von den Wetterwarten ermittelt und die Ergebnisse an die Forstverwaltung weitergeleitet. Daneben unterhält die Forstverwaltung zur Feststellung der Kleinwetterlage für die Forstämter oder Distrikte kleine, eigene Wetterstationen, Feuerwetterstationen genannt.

Als der Forest Service damit begann, diese eigenen Wetterstationen zu entwickeln, sah er sich vor die Frage gestellt, wieviele solcher Stationen in einem Distrikt benötigt würden, wo sie aufgestellt werden sollten und wie lange sie während des Jahres besetzt bleiben

¹⁴ Die Vereinigten Staaten sind - einschl. Alaska - in 10 Gebiete (Regions) aufgeteilt (vergl. Forstarchiv. 24: 1/13, 1953, Graf v. d. Recke: "Die Organisation des US-Forest Service".) Die Forschungsabteilungen dieser Forstverwaltungen sind allerdings teilweise miteinander verbunden, so dass u. U. für mehrere Regionen nur eine Forschungsabteilung zuständig ist.

müssten?

Man kann die Frage, wieviele Stationen in einem Distrikt erstellt werden sollen, nicht allgemein beantworten; denn es hängt wesentlich von Bestandstyp, Topographie, Höhenlage und Feuergefahr ab. In der bergigen und schluchtenreichen Region 1 in den Rocky Mountains sind die Schwankungen in der Kleinwetterlage natürlich viel grösser als in den flachen Gebieten von Montana oder Nevada. Daneben sind durch-
haune Bestände mit übermässig starkem Schlagabraum mehr gefährdet als Urwaldflächen. Gebiete mit 2 000 mm Jahresniederschlag sind weniger gefährdet, wenn sich der Niederschlag gleichmässig auf alle Monate verteilt, als z. B. Teile des Staates Oregon, wo bei gleicher Jahresniederschlagsmenge die Zeit von Mitte Juni bis Mitte September trocken und heiss ist. (Die Berkung Kirchhoff's in einer Buchbesprechung im Forstarchiv 24: 1/3, 1953, S. 92/1, dass "westlich der Rocky Mountains" die durchschnittlichen Jahresniederschläge zwischen 250 und 500 mm liegen, ist nicht ganz zutreffend. Die Niederschläge westlich der Rocky Mountains - wenn man ein solch riesiges Gebiet überhaupt zusammenfassen will - schwanken zwischen 40 - 50 und 3 000 mm!)

Das USDA Handbook No. 1 (11) gibt als Richtschnur für die Aufstellung von Feuerwetterstationen folgende Zahlen an: Für bergig - felsiges Gelände eine Station auf 150 000 acre (60 000 ha), bei hügelig bis ebenem Gelände genügt eine Station für 300 000 acre (120 000 ha). Neben dieser, von der Forstverwaltung aufgestellten Faustregel, lässt sich die Anzahl der Wetterstationen, die für ein bestimmtes Gebiet benötigt werden, durch statistische Analyse genau berechnen (30).

Das Ziel der Wetterermittlung soll sein, einen durchschnittlichen Gefahrenwert zu finden. Bei starken Schwankungen der Klein-

wetterlage eines Gebietes müssen darum mehr Stationen errichtet werden als bei weniger grossen Unterschieden. Wenn das Programm auch lange noch nicht durchgeführt ist, so geht die Tendenz der Forstverwaltung doch dahin, in Distrikten mit ungleicher Wetterlage drei Stationen zu errichten. In topographisch gleichartigen Gebieten wird eine Station im extrem trockenen, eine weitere in extrem feuchten Areal und die dritte je nach Anteil an der Gesamtfläche in einem mehr trocknen oder mehr feuchten Teil des Distriktes aufgestellt. In bergigen Gebieten befindet sich eine Station auf einer der höchsten Erhebungen (meist in Verbindung mit einem Feuerwachturm) und eine andere im Tal. Die dritte Station wäre in der Thermalzone zu erstellen, doch ist dies meist nicht durchgeführt, da man sich vorläufig noch mit zwei Stationen begnügt. Die von den verschiedenen Stationen ermittelten Werte können in Durchschnittswerte für andere Gebietsteile umgerechnet werden (vergl. Figur 6 und Tafel 2).

Die Wetterstationen sind während der Hauptfeuerzeit in Betrieb. Sie werden gewöhnlich 14 Tage vor dem offiziellen Beginn der "Saison" geöffnet und 14 Tage nach Beendigung geschlossen, jedoch richtet sich das nach örtlichen Gegebenheiten und der Grosswetterlage (10).

Regenmesser, Anemometer, Wetterfahne, Psychrometer und Feuchtigkeitmessstäbe sind die Ausrüstungen dieser Feuerwetterstationen. Der Regenmesser steht unter freiem Himmel. Da bei starkem Wind der Regen in stumpfem Winkel zur Erdoberfläche fällt, ergeben sich trotz der Bauart des Instrumentes ungenaue Messungen. Man half sich, indem man den Regenmessern "Stehkragen-rosetten" aus Metallstreifen aufsetzte. Dadurch kreiselt der Wind über dem Instrument und der Regen fällt senkrecht. Anemometer und Wetterfahne sollen nach amtlicher Terminologie "in der

freien Windbewegung stehen". Eine besondere Höhe über dem Erdboden wird nicht angegeben. Die Windmessung ist deshalb so wichtig, da die Windbewegung als entscheidender Faktor die Verdunstung der Abraumfeuchtigkeit beeinflusst. Die Feuchtigkeitsmessstäbe sollen so aufgebaut werden, dass sie weder direkt allen natürlichen Wettereinflüssen ausgesetzt sind, noch im direkten "Schatten" stehen. Vom Gedanken, sie unter die Bäume zu stellen, ist man wieder abgekommen. Heute werden sie meist künstlich beschattet, im übrigen aber der Witterung ausgesetzt¹⁵.

Die Messstäbe liegen auf einem Gestell aus Eisendraht 25 cm über dem Erdboden. Der Bodenabstand schwankt jedoch je nach der Region und je nach dem örtlich entwickelten Gefahrenmesser. In manchen Regionen wird ein dicker Baumstamm neben die Messstäbe gelegt, so dass sie im Windschatten aufgestellt sind. Andere Forstverwaltungen helfen sich mit Kupfer- oder Bronzegaze, die in bestimmtem Abstand über die Messstäbe gespannt wird um die direkte Sonneneinstrahlung abzdämpfen. Je nach der Jahreszeit wird die Gaze in einer Schicht oder in mehreren Lagen gespannt (31) (vergl. Figur 8).

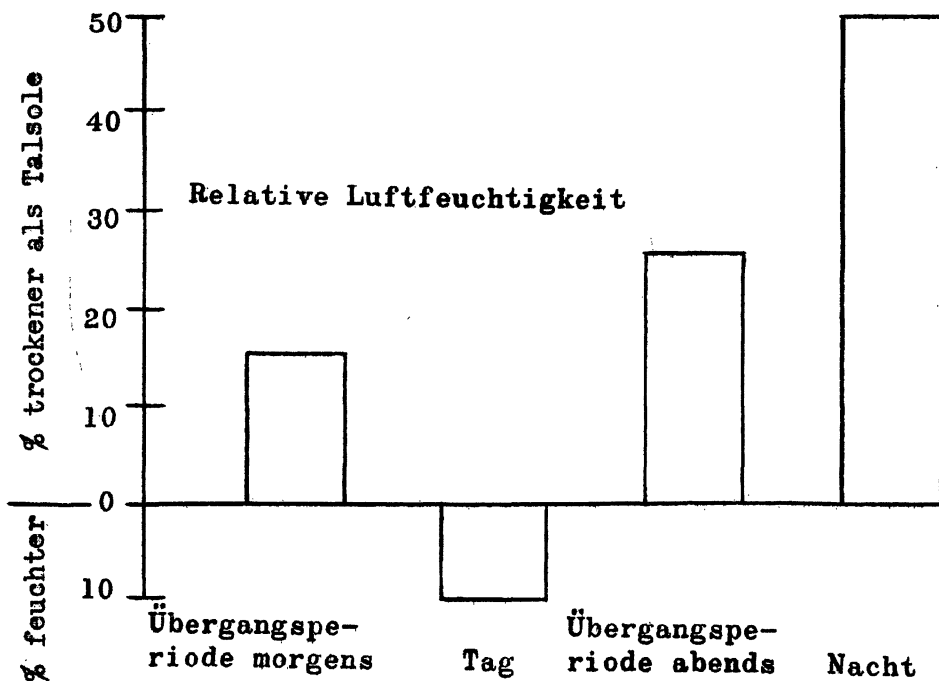
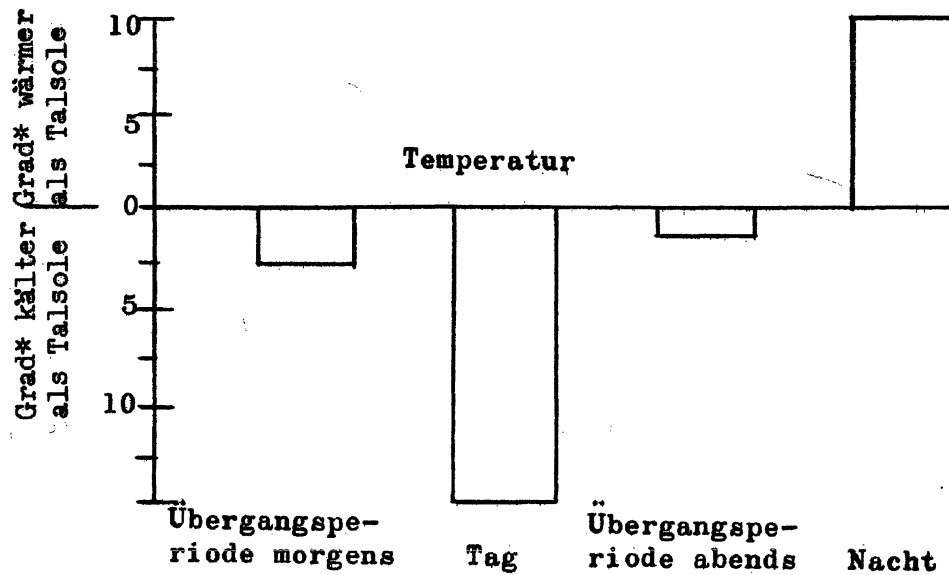
Es ist erwiesen, dass man auf diese Weise Werte erhält, die der tatsächlichen Abraumfeuchtigkeit am besten entsprechen.

Nur die Windgeschwindigkeit und die relative Luftfeuchtigkeit werden während der Hauptfeuerzeit in fast allen Regionen dreimal täglich ermittelt (11.00, 14.00 und um 17.00). Die Feuchtigkeitsmessstäbe werden nur einmal täglich um 16.00 gewogen. Dies ist die Tageszeit, in

¹⁵ Dies hat zur Folge, dass man die Messstäbe nur für eine Hauptfeuerzeit verwenden kann, da durch rasche Zersetzungs Vorgänge grössere Trockengewichtsschwankungen eintreten, die die Genauigkeit der Messung in Frage stellen. Daneben beeinflusst jede erneute Ofentrocknung die Hygroskopizität des Holzes.

FIGUR 7

UNTERSCHIEDE DER TEMPERATUR UND DER RELATIVEN LUFTFEUCHTIGKEIT
ZWISCHEN TALSOLE UND BERGGIPFEL, GEMESSEN AUF BERGGIPFEL IN DEN
MONATEN JULI UND AUGUST (entnommen J. S. Barrows "Fire Behavior")⁽¹⁾



*Wärmeeinheit ist Fahrenheit

TAFEL 2

GEFAHRENUMRECHNUNGSTABELLE FÜR ANDERE GEBIETS-

TEILE UND ANDERE ZEITEN

Der Brandindex wird sich 0, 4 oder 8 Stunden
nach der letzten Messung verschieben um:

Zeit der Messung	Hang- expo- sition	unteres Drittel eines Hanges			Thermalzone			oberes Drittel eines Hanges		
		0	4	8	0	4	8	0	4	8
		Unterschied zur Feuerwetterstation Talsole								
10.00	Nord	-5	+2	-3	+3	+5	+5	+3	+7	+5
	Süd	+10	+17	+9	+13	+20	+12	+5	+10	+5
14.00	Nord	-10	-15	-15	-7	-7	-9	-5	-7	-12
	Süd	+5	-3	-9	+8	0	-2	-2	-7	-9
16.00	Nord	-13	-19	-22	-5	-9	-10	-5	-11	-12
	Süd	+5	-7	-10	+5	0	-3	-2	-9	-10
Unterschied zu Berggipfel										
10.00	Nord	-12	+2	-4	-8	+6	+4	-5	+6	+4
	Süd	+2	+16	+9	+8	+16	+12	0	+8	+4
14.00	Nord	-8	-8	-8	-2	0	0	-2	0	-2
	Süd	+8	+1	-3	+8	+4	+2	0	-4	-6
16.00	Nord	-5	-15	-16	0	-5	-8	0	-7	-11
	Süd	+7	-2	-8	+7	+1	-1	0	-7	-8

der der Abraum bei normalen Witterungsverhältnissen am trockensten ist. Die Messung gilt bis 16.00 des nächsten Tages..

2. Die Zusammenstellung der Messwerte. Die Auswertung der Feuergefahr-messwerte erfolgt praktisch nur auf Grund von Erfahrungszahlen.

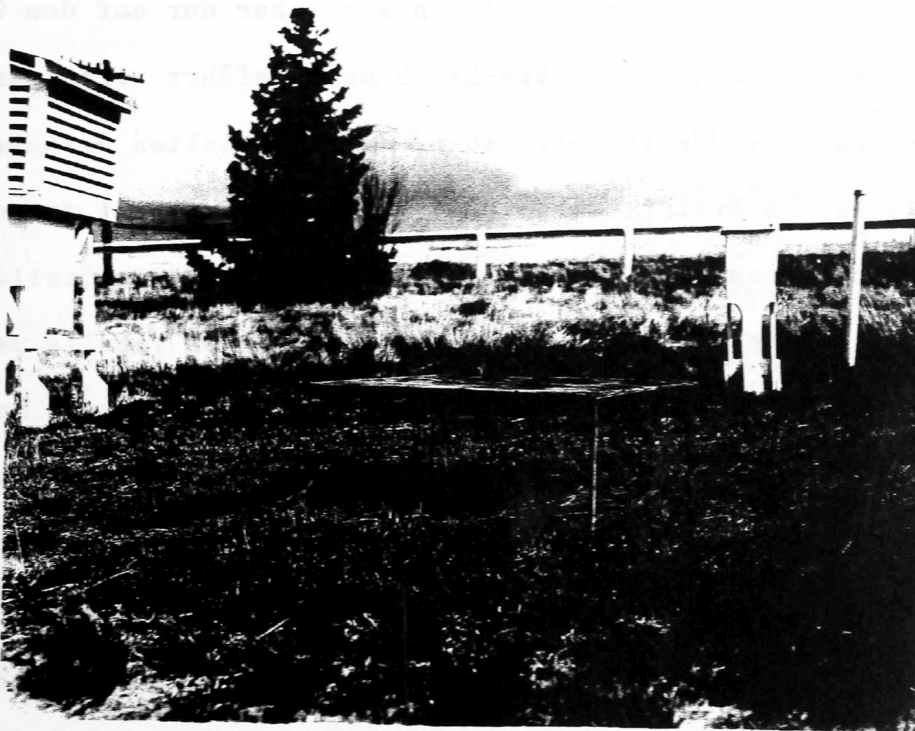
Die Forstverwaltung erhält von der Wetterwarte die Grosswetterlage und gibt sie an die Forstämter oder Distrikte weiter. Die Forstämter oder Distrikte melden ihrerseits die Messergebnisse ihrer Feuerwetterstationen an die Forstverwaltung. Jetzt können sowohl die Forstverwaltung für alle Distrikte und Forstämter ihres Bezirkes, wie auch die Distrikte und Forstämter selbst die lokale Feuergefahr berechnen. Dies geht - vereinfacht¹⁶ - folgendermassen vor sich:

Man stelle sich eine Art Rechenschieber vor (vergl. Figur 9 u. 10). Hier wird das Abraumfeuchtigkeitsprozent der letzten vergangenen Tage addiert. Die Summe wird Hauptindex (seasonal oder severity index) genannt. Dieser Hauptindex wird durch eine Zahl dargestellt (meist 1 - 10). Diese Zahl wird durch Verschieben der Rechenschieberzunge ins Verhältnis gesetzt zum Abraumfeuchtigkeitsprozent des Tages, an dem die Messung erfolgt. Feststehend ist auf der oberen Leiste des Instruments von rechts nach links die relative Luftfeuchtigkeit verzeichnet und seitlich von oben nach unten, die Windgeschwindigkeit. Wo sich auf der Zunge die Linien der relativen Luftfeuchtigkeit mit der der Windgeschwindigkeit der betreffenden Messung kreuzen, findet man eine Zahl. Diese Zahl drückt in Prozenten den Brandindex des bestimmten Ortes in der bestimmten Stunde aus. Die Prozente sind meist von 1 - 100 be-

¹⁶In der Beschreibung der Arbeitsweise der Gefahrenmesser, die in den verschiedenen Regionen Anwendung finden, wird auf jeden einzelnen Arbeitsgang genauer eingegangen werden.

FIGUR 8

FEUCHTIGKEITSMESSSTÄBE, MIT BRONZEGAZE ÜBERSPANNT



zeichnet (an anderen Gefahrenmessern auch von 1 - 200). Wieviele Zahleneinheiten die Skala dieser "Rechenschieberzunge" auch enthalten mag, die niedrige Zahl stellt stets die geringste, die höchste stets die grösste Entzündbarkeit dar. Je nach der Konstruktion kann man bei den verschiedenen Gefahrenmessern den Grundindex (im obigen Beispiel den Brandindex) in Beziehung setzen zu Blitzschlag, Aktivität des Menschen, Sichtverhältnis usw. Aus diesen Werten kann man dann die Wahrscheinlichkeit errechnen, mit der ein Feuer ausbricht, also die Feuergefahr selbst.

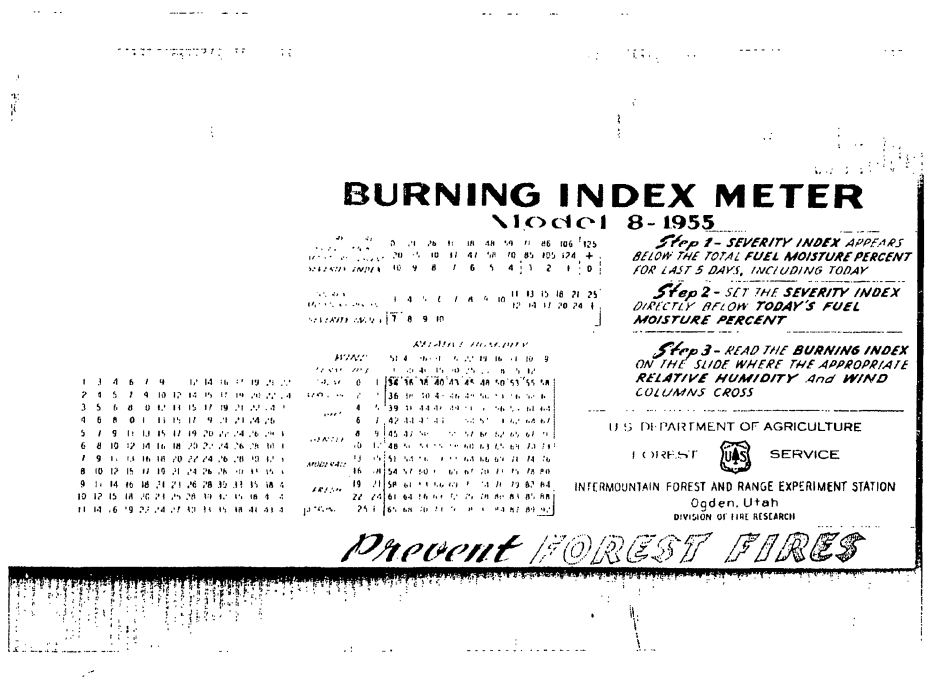
Alle diese Werte beziehen sich aber nur auf den Ort, wo die Instrumentenmessungen tatsächlich durchgeführt worden sind. Der Forstmann muss die Möglichkeit haben, die ermittelten Gefahrenwerte auf andere Teile seines Distriktes zu übertragen. Hier kommt die doppelte oder dreifache Messung an zwei oder drei verschiedenen Stellen des Reviers zum Tragen. Durch Erfahrungswerte, die auf einer Tabelle verzeichnet sind, kann man mit Hilfe der zwei oder drei Messungen durch Subtrahieren oder Addieren die Feuergefahr für andere Stellen des Distriktes berechnen (vergl. Tafel 2). Selbstverständlich sind die Zahlen zu ungenau, um für jeden Quadratmeter des Reviers die Gefahr zu bestimmen, jedoch genügen sie, um für grössere Flächen-einheiten die Entzündbarkeit und Feuergefahr zu ermitteln. Damit aber ist die Aufgabe einer Feuergefahrenmessung erfüllt.

Eine weitere Tabelle gibt - ebenfalls auf Grund von Erfahrungswerten - Auskunft darüber, wie sich die Gefahrenprozente in den nächsten acht Stunden nach der Messung verändern werden (vergl. Tafel 2)¹⁷.

¹⁷ Im Beispiel der Tafel 2 sind die Übertragungswerte und Stundenumrechnungswerte in einer Tabelle zusammengefasst.

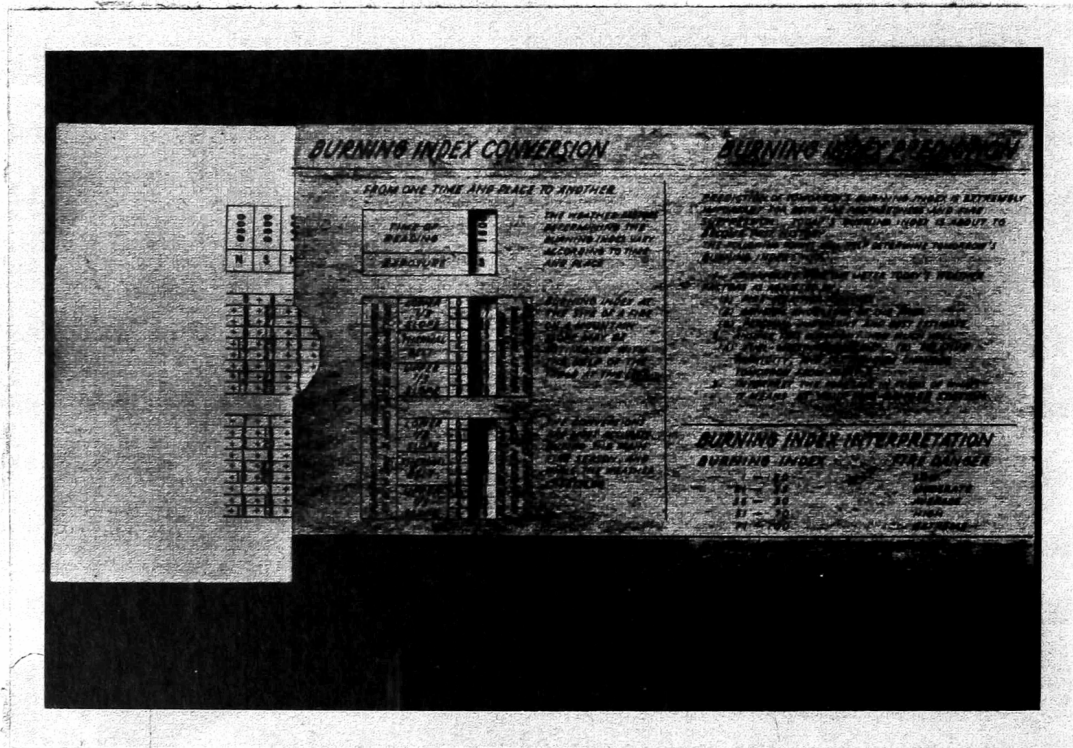
FIGUR 9

DER GEFAHRENMESSE DER REGION 1 (VORDERSEITE)



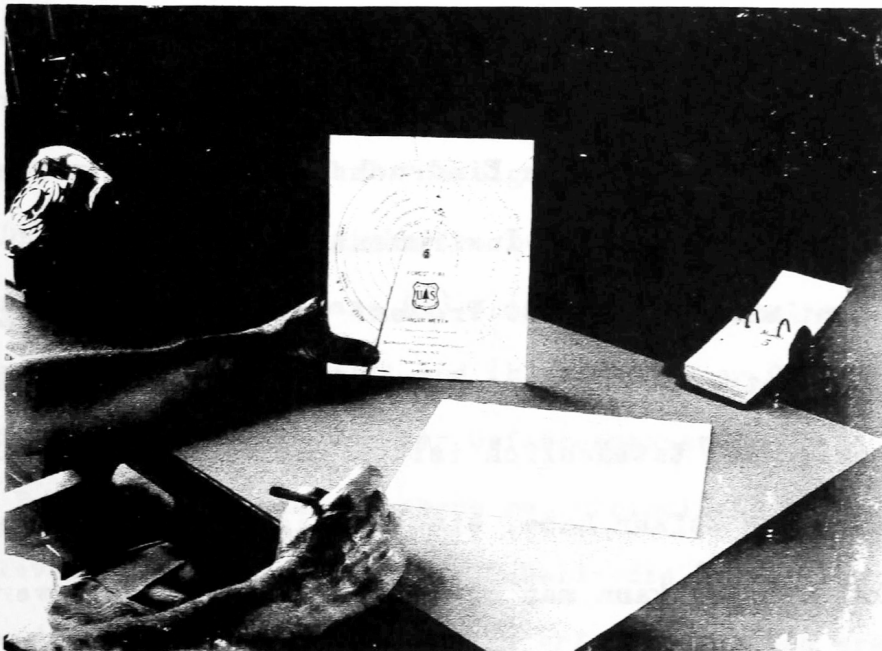
FIGUR 10

DER GEFAHRENMESSER DER REGION 1 (RÜCKSEITE)



FIGUR 11

DER GEFAHRENMESSER "TYPE 5" DER REGION 7 u. 8



*Die Gefahrenmesser Type 5 u. Type 8 sind sehr ähnlich.

Diese Tabelle hat zwei Vorteile:

- a. Zu jeder Stunde des Tages kann die Feuergefahr für jedes Gebiet auf Grund der letzten, vorgenommenen Messung bestimmt werden.
- b. Es kann nach der letzten Messung für acht Stunden die Feuergefahr für jeden Gebietsteil vorausgesagt werden.

E. Die Schwierigkeiten der genauen Berechnung

Es ist nicht der Zweck des folgenden Abschnittes, die sich ergebenden Schwierigkeiten zu lösen, sondern es soll lediglich darauf hingewiesen werden, dass sich solche ergeben, auch wenn der Gefahrenmesser auf den ersten Blick den Eindruck erweckt, als sei er ein mathematisch exakt arbeitendes Instrument.

1. Nimmt man die 1 - 100 Prozent Gefahreneinteilung, so sieht man bei genauer Betrachtung, dass diese Skala eigentlich nur aus fünf Gruppen besteht; denn tatsächlich ist es gleichgültig, ob ich eine 1%tige oder 10%tige Gefahr habe, eine 90%tige oder 100%tige. Die oben erwähnten fünf Gruppen kann man auf die Skala wie folgt verteilen:

Gruppe 1 = keine Gefahr, Prozentzahlen 1 - 20

Gruppe 2 = wenig Gefahr, Prozentzahlen 21 - 35

Gruppe 3 = mittlere Gefahr, Prozentzahlen 36 - 50

Gruppe 4 = grosse Gefahr, Prozentzahlen 51 - 75

Gruppe 5 = höchste Gefahr, Prozentzahlen 76 - 100

Verwendet man für den Gefahrenmesser den Brandindex als Grundindex, so hat man damit zwei Faktoren (Windgeschwindigkeit und Abraumfeuchtigkeit). Unterteilt man diese Faktoren in jeweils 5 verschiedene Stärkegruppen, so erhält man 120 Kombinationsmöglichkeiten. Nimmt man jetzt noch einen dritten Faktor hinzu, z. B.

Aktivität des Menschen oder die relative Luftfeuchtigkeit, und unterteilt diesen Faktor in drei verschiedene Stärkegruppen, so erhält man drei Faktoren mit zusammen 13 verschiedenen Stärkegruppen. Die Kombinationsmöglichkeiten springen damit von 120 auf 720. Wird nun die 1 - 100 Gefahrenprozenterteilung angewandt, müssen diese 720 Kombinationsmöglichkeiten auf die Gefahrenprocente 1 - 100 zusammengedrückt werden. Dies ist nur durch Aufgabe eines absolut korrekten Endergebnisses möglich, und die Folge davon ist die Entstehung der 5 "Obergruppen", wie "keine Gefahr", "wenig Gefahr" usw.

2. Die grössten Schwierigkeiten bei der Erfassung eines Gefahrenwertes liegen darin, dass (a) das Gefahrenprozent selbst nur einen Erfahrungswert darstellt und (b) dass dieser Gefahrenwert ein "Mittel" sein muss. Was der Gefahrenmesser liefert, ist folgendes: Er gibt für genau gemessene meteorologische Daten und Feuchtigkeitsvergleichswerte auf einer Tabelle die Gefahrenwerte an, die sich für diese bestimmten Bedingungen erfahrungsgemäss ergeben. Erfahrungszahlen sind aber nie genau, sondern nur ein Mittelwert, der unter Anwendung von Fehler- und Ausgleichsrechnung aus einer Vielzahl von Ergebnissen vorangegangener Jahre zusammengestellt wurde. Sind jetzt zwei Feuerwetterstationen im Revier, und soll die Feuergefahr für andere Revierteile aus den gewonnenen Messungen errechnet werden, so muss aus den zwei gewonnen Mittelwerten ein dritter Mittelwert errechnet werden. Die Fehlerwahrscheinlichkeit verdoppelt sich nicht nur, sie verdreifacht sich.

3. Es gibt so viele Ursachen, die teilweise zusammenwirken

müssen, teilweise alleine ausreichend sind, um Waldbrände entstehen zu lassen, dass bei der Zusammenstellung eines Gefahrenmessers die Frage auftaucht: "Welche Faktoren sind die wichtigsten und wieviele sollen in dem Instrument vereinigt werden?"

Nimmt man alle Ursachen, die ein Feuer entstehen lassen können, wird die Messung nur scheinbar genauer; denn die Kombinationsmöglichkeiten vervielfältigen sich potential. Alle Werte, mit Ausnahme der meteorologischen, sind Erfahrungswerte; die Fehlerquellen aber steigen mit der Anzahl der Erfahrungswerte und verringern damit die Genauigkeit des Endergebnisses. Wegen dieser Schwierigkeiten sind einige regionale Forstverwaltungen dazu übergegangen, aus den ursprünglich entwickelten Gefahrenmessern, die Mehrzahl der "Erfahrungswerte" wieder heraus-zunehmen. Dadurch sind heute einige Gefahrenmesser eigentlich keine Gefahrenmesser mehr, sondern nur noch Brandindexmesser. (Sie erhalten als Messwerte nur Abraumfeuchtigkeitsprozent, Windgeschwindigkeit und relative Luftfeuchtigkeit.) Die Kalkulation der Erfahrungswerte (Aktivität) des Menschen, Blitzschlag usw.) wird den Forstbeamten überlassen, die je nach den lokalen Verhältnissen entscheiden. Dies hat zur Folge, dass die Beamten - einer nur zu menschlichen Schwäche folgend - gern ihre Distrikte "gefährlicher" darstellen, als sie es in Wirklichkeit sind. Trotzdem hat die Erfahrung gelehrt, dass die so gewonnen Ergebnisse in der Feuergefahrenmessung genauer sind, als wenn genormte Erfahrungswerte für die Ermittlung der örtlichen Gefahr von einer Zentralstelle ausgegeben werden.

F. Die Vorteile der Gefahrenmessung

Selbst wenn man skeptisch nur einen ungefähren Erfahrungswert als messbar der Feuergefahrenmessung zu Grunde legt, besitzt sie doch grosse Vorteile, die nicht bestritten werden können:

1. Die Planung und Bereitstellung von Feuerlöschmannschaften wird wesentlich verbilligt, da man an weniger gefährlichen Tagen diese reduzieren kann.

2. Sobald die Feuergefahr über eine gewisse Prozentzahl steigt, kann durch die Forstverwaltung mit Hilfe von Radio und Tageszeitung eine Feuerwarnung an das Publikum erteilt werden.

3. Bei Brandgefahr (je nach der Region ist die Prozentzahl unterschiedlich) kann die Forstverwaltung auf Grund von Gesetzen Zufahrtsstrassen und Waldwege für den öffentlichen Verkehr sperren, sowie Holzfällungs- und andere Waldarbeiten untersagen¹⁸.

G. Die Unterschiede in der Arbeitsweise der Gefahrenmesser in den verschiedenen Forstregionen der USA

1. Region 1 (northern Region) (1), (15)¹⁹ umfasst: Montana, nordöstliches Washington, nördliches Idaho und nordwestliches South Dakota. Sitz der Verwaltung: Missoula, Montana.

Während der Hauptfeuerzeit 1954 war der Feuergefahrenmesser Model 7 in Anwendung. Grundindex dieses Gerätes ist der Brandindex. Es wird gemessen:

¹⁸Die Holzwerbung wird in den USA fast ausschliesslich durch Privatfirmen betrieben und nicht, wie in Deutschland, durch den Waldbesitzer.

¹⁹Sowie persönliche Aussprachen mit den Herren des Forest Service, Missoula.

Summe des Abraumfeuchtigkeitsprozentes der vergangenen 7 Tage, ausschliesslich des Tages, an welchem die Messung erfolgt. Das Abraumfeuchtigkeitsprozent ist in 11 verschiedene Feuchtigkeitsklassen eingeteilt. Das Resultat dieser Messung ist der Hauptindex. Er wird ins Verhältniss gesetzt zum Abraumfeuchtigkeitsprozent des Tages der Messung, das durch 14 verschiedene Klassen ausgedrückt wird. Die Feuchtigkeitsmessstäbe, die man hier verwendet, werden auf einem Eisendrahtgestell im Revier in einer Bodenhöhe von 25 cm aufgestellt.

Nach Messung der relativen Luftfeuchtigkeit (11 Prozentklassen) und der Windgeschwindigkeit (11 Klassen) erhält man den Brandindex. Die Gefahrenprozentskala zählt von 1 - 100 mit 374 verschiedenen Zahlenquadraten. Da die Skala nur von 1 - 100 geht, ergibt sich daraus eine "Block"-aufteilung. Z. B. gibt es 28 Quadrate in denen der Gefahrenwert mit "100" verzeichnet ist, 10 in denen er mit "40" veranschlagt wird usw. Der Grund dafür ist darin zu suchen, dass bei vier verwendeten Gruppen, die je in etwa 11 Klassen unterteilt sind, die Kombinationsmöglichkeiten in die zehntausende steigen; die auf die fünf Ausgangsgruppen (vergl. S. 45) zusammengedrückt werden mussten. Neben dem Brandindex werden bei dem Model 7 noch die Blitzschlaghäufigkeit und die Sichtverhältnisse erwogen und daraus, in Verbindung mit dem Brandindex, die Feuergefahr ermittelt.

Unverständlicherweise handelt es sich bei der Blitzschlagtabelle nur um die Frage: "Wann war Blitzschlag in den vergangenen Tagen?" Die Anzahl der Blitzschläge pro Gewitter oder Tag wird

dabei nicht berücksichtigt. Ein Revier mit einem einzigen Blitzschlag pro Tag fällt dadurch in die gleiche Gefahrenklasse wie ein Revier mit 40 Blitzschlägen.

Mit Hilfe einer beigelegten Tabelle kann man die Brandgefahr für andere Teile des Reviers bestimmen oder voraussagen.

Die Gefahrenübertragungstabelle hat als Grundwerte folgende:

- a. Die Zeit der letzten Messung, 10.00, 14.00, 16.00.
- b. Die Exposition des Hanges, jedoch nur Nord und Süd.
- c. Das Gebiet, auf welches die Messung übertragen werden soll, eingeteilt in "unteres Drittel eines Hanges", "Thermalzone" und "oberes Drittel eines Hanges".
- d. Die Zeit, die seit der letzten Messung vergangen ist, aufgeteilt in drei Klassen: 0 Stunden, 4 Stunden und 8 Stunden.
- e. Die Wetterstationen (Berg- und Talstation), deren Messergebnisse der Übertragung zu Grunde gelegt werden sollen.

Diese Gefahrenübertragungstabelle gibt Zahlen an, die mit einem + oder einem - versehen sind. Je nachdem muss man diese Zahlen zum ursprünglich gefundenen Feuergefahrenprozent addieren, oder man hat sie davon abzuziehen (vergl. Tafel 2).

Für die Hauptfeuerzeit 1955 ist von der Forstverwaltung der Gefahrenmesser Model 8 entwickelt worden. Mit ihm lässt sich nur der Brandindex bestimmen, Blitzschlag- und Sichtverhältnisse werden nicht mehr ermittelt. Die Gefahrenskalaeinteilung ist auch hier 1 - 100, jedoch ohne eine solch ausgeprägte Blockeinteilung wie beim Model 7. So gibt es nur eine Kombinationsmöglichkeit, die 100% Gefahr als Endergebnis liefert (beim Model 7 waren es noch 28).

anderen Seite aber verringert sich die Anzahl der höheren oder niedrigeren Gefahrenwerte. Für die meisten Tage der kommenden Hauptfeuerzeit wird also eine Gefahr zwischen 40 und 60% berechnet werden.

Für die Ermittlung des Brandindexes wird beim Model 8 nicht die Summe des Abraumfeuchtigkeitsprozentes der vergangenen 7 Tage verlangt, sondern nur die Summe der letzten 5 Tage, einschliesslich des Tages, an dem die Messung erfolgt.

2. Region 2 (Rocky Mountain Region)²⁰ umfasst: Colorado, Kansas, Nebraska, South Dakota und Wyoming. Sitz der Verwaltung: Denver, Colorado.

Die Region 2 verwendete bisher Tabellen zur Feuergefahrenmessung, die aus dem Jahre 1940 stammen und veraltet sind. Aus diesem Grunde entwickelte die Forstverwaltung der Region 2 in Verbindung mit der Region 3 einen neuen Gefahrenmesser, der jedoch erst Winter 1955/56 fertiggestellt sein wird²¹. Daten über diesen Gefahrenmesser sind augenblicklich noch nicht zu erhalten. Die ersten Veröffentlichungen werden für Frühjahr 1956 erwartet.

3. Region 3 (Southwestern Region) umfasst: Arizona und New Mexico. Sitz der Verwaltung: Albuquerque, New Mexico.

Das für die Region 2 Gesagte, gilt auch hier.

²⁰Privatkorrespondenz mit Otto Lindth, Regional Forester der Southwestern Region.

²¹Die Unterlagen über diesen Gefahrenmesser werden über das Institut für Forstschutz, Hann.-Münden, zu erhalten sein.

4. Region 4 (Intermountain Region)(1), (15)²² umfasst: Utah, südliches Idaho, westliches Wyoming und Nevada. Sitz der Verwaltung: Ogden, Utah.

Dem Gebiet entsprechend, kommen hier zwei Gefahrenmesser zur Anwendung: (1) Der Steppenbrandgefahrenmesser, und (2) der Waldbrandgefahrenmesser.

Da es Aufgabe dieser Arbeit ist, nur die Waldbrandgefahrenmesser zu beschreiben, sei auf die Arbeitsweise des Steppenbrandgefahrenmessers nicht näher eingegangen²³. Der Waldbrandgefahrenmesser der Region 4 ist der gleiche, wie der in der Region 1 verwandte.

5. Region 5 (California Region), (4), (5), umfasst: Kalifornien. Sitz der Verwaltung: San Francisco, California.

In Kalifornien existiert kein Gefahrenmesser. Die Forstverwaltung veröffentlichte einige Forschungshefte, in denen die Methoden über die Gefahrenmessung beschrieben werden. Bei der kalifornischen Methode wird nur der Hauptindex²⁴ verwendet (die Abraumfeuchtigkeit wird mit Messstäben ermittelt) und mit dieser Hilfe werden jeweils für einen Sektor die Gefahrenzahlen ermittelt. Ein "Gebietsbereich", der als Mittelpunkt meist eine grössere Stadt hat, wird in mehrere Sektoren aufgeteilt (2 - 9 Sektoren) für die dann der Hauptindex berechnet wird.

Diese Methode muss als ungenau bezeichnet werden.

²²Region 1 und 4 arbeiten forschungsmässig zusammen, vergl. Fussnote 14.

²³Für interessierte Leser sei auf folgende Literature verwiesen: (12).

²⁴Der Hauptindex der Region 5 bezeichnet einen anderen Index als der Hauptindex der anderen Regionen, jedoch kann auf eine nähere Erläuterung dieses Indexes hier verzichtet werden.

6. Region 6 (Pacific Northwest Region) (9), umfasst:
Washington und Oregon. Sitz der Verwaltung: Portland, Oregon.

Der Hauptunterschied dieses Gefahrenmessers im Vergleich zu denen anderer Regionen besteht darin, dass an Stelle eines Gefahrenprozentes hier eine Gefahrenklasse ermittelt wird. Es gibt zwei Tabellen für das Abraumfeuchtigkeitsprozent. Die Tabelle 1 ist für den Gebrauch während des Frühjahrs bis 15. Juli bestimmt, die Tabelle 2 für die Zeit vom 15. Juli bis zum Ende der Hauptfeuerzeit. Tabelle 1 soll die Frühjahrsvegetation und Tabelle 2 die Sommer- und Herbstvegetation erfassen. Setzt man eine der 13 Abraumfeuchtigkeitsprozentklassen - das Wiegen der Messstäbe erfolgt hier nicht um 16 Uhr, sondern um 16.30 - mit einer der 7 Windgeschwindigkeitsklassen ins Verhältnis, so erhält man den Brandindexwert. Die Brandindexwerte sind wie bei anderen Gefahrenmessern auf eine Skala von 1 - 100 aufgeteilt. Der Brandindexwert 1 ist in 1b und 1a unterteilt. Diese Zahlen 1 - 100 sind wiederum in zehn verschiedenen Klassen, in den Brandindexklassen, zusammengefasst. Die Brandindexklassen sind wie folgt aufgeteilt:

TAFEL 3
DAS VERHÄLTNISS VON BRANDINDEXKLASSE ZU BRANDINDEXWERT,
BEIM FEUERGEFAHRENMESSE DER REGION 6

<u>Brandindexklassen</u>	<u>Brandindexwert</u>
1	1b - 1a
2	2 - 3
3	4 - 8
4	9 - 15
5	16 - 24
6	25 - 35
7	36 - 48
8	49 - 63
9	64 - 80
10	81 - 100

Man hat hier die oben erwähnten 5 Gruppen (vergl. S. 45) auf zehn Gruppen erweitert in der Hoffnung, durch grössere Spezifizierung die Genauigkeit des Endergebnisses zu erhöhen. Dies ist insofern ein Trugschluss, als man hierbei zuerst die 1 - 100 Brandindex Einteilung anwendet (auch wenn man sie "Brandindexwert" nennt) und dann von den gefundenen Werten zurück auf die Brandindexklasse schliesst. Die Genauigkeit wird also nicht vergrössert, sie wird im Gegenteil verringert.

Um die Feuergefahr zu bestimmen, werden neben den Brandindexklassen die Sichtverhältnisse und die aktiven Feuerursachen in die Bewertung einbezogen.

Für die Sichtverhältnisse gibt es drei Klassen:

Klasse 1: normal = gute Sicht auf 8 Meilen (13 km) oder mehr.

Klasse 2: ausreichend = Sicht auf weniger als 8 Meilen,
jedoch kann die Feuerwache vom Feuerwachturm aus noch das besonders
gefährdete Gebiet einsehen.

Klasse 3: schlecht = Die Feuerwache kann den grössten Teil des Gebietes nicht einsehen.

Die aktive Feuerursache, welche die Aktivität der Brand verursachenden Agenzien ausdrückt (vergl. S. 11), ist in 4 Klassen unterteilt, 2 für von Menschen verursachte und 2 für von Blitzschlag verursachte:

Klasse 1 = voraussehbare Aktivität des Publikums und damit verbundene Brandgefahr; z. B. Eisenbahn, Sägewerk, Wochenende, Nationalfeiertage usw.

Klasse 2 = Nicht voraussehbare Aktivität des Publikums,
wie Flugzeugunglück, unerwartete, sensationelle Ereignisse usw.

Klasse 3 = Für Blitzschlag unter folgenden Bedingungen:

a. Wenn die Wettermeldung Gewitter voraussagt und man auf Grund von Wolkenbildung dieses für den lokalen Distrikt bestätigt findet.

b. Wenn ohne Wettervoraussage die Wolkenbildung die Entstehung eines Gewitters wahrscheinlich erscheinen lässt.

Witter aber nicht stark genug war, um in Klasse 4 eingereiht zu werden.

d. Falls nach einem stärkeren Gewitter die Vermutung besteht, dass Blitzschläge mehrere, augenblicklich noch schwelende Feuer verursacht haben. In diesem Falle sollte die Klasse aber nicht länger als bis zwei Tage nach dem Gewitter in die Messung einbezogen werden.

Klasse 4 = Schwere Gewitter, besonders wenn häufige Wolken-Boden Blitzschläge erfolgten. Die Klasse sollte jedoch nicht länger als bis 72 Stunden nach dem Gewitter zur Messung hinzugezogen werden.

Durch Brandindexklasse, Sichtverhältnis und aktive Feuerursache wird das Feuergefahrenprozent errechnet und dann in eine Tabelle eingetragen, in der gleichzeitig die Vorkehrungsmassnahmen vermerkt werden. Diese Tabellen werden mit den Feuerberichten für eine spätere Auswertung gesammelt. Es ist geplant, die Auswertung alle 5 Jahre durchzuführen, um damit allmählich ein genaues Bild der Feuergefahr in der Region zu erhalten.

7. Region 7 (Eastern Region) (5), (6), (7), (31) umfasst: Maine, New Hampshire, Vermont, Massachusetts, Connecticut, Rhode Island, New York, Pennsylvania, New Jersey, Delaware, Maryland, West Virginia, Virginia und Kentucky. Region 7 ist eine Zusammenfassung der Eastern Region und der Southeastern Region. Die Eastern Region hat ihren Sitz in Upper Darby, Pennsylvania; die Southeastern Region in Asheville, North Carolina, wo auch die Forschung für die gesamte Region 7 betrieben wird. Die Region 7 arbeitet darüber hinaus mit der Region 8 forschungsmässig zusammen,

so dass Region 7 und 8 den gleichen Gefahrenmesser verwenden.

Dieser Gefahrenmesser "Type 8" (vergl. Figur 11) wurde nach eingehender Forschung entwickelt und ist sowohl für die südlichen Koniferenbestände wie für die Laubholzbestände des Südostens geeignet. Damit trifft dieser Gefahrenmesser wohl am ehesten Verhältnisse, die auch bei uns in Deutschland gegeben sind.

Die Feuergefahr wird durch den Brandindex ermittelt, dessen Skalenaufteilung von 1 - 200 geht. Die Feuergefahr ist mit dem Brandindexprozent identisch.

Um den Brandindex zu ermitteln, werden folgende Messungen vorgenommen:

- a. Zustand der Bodenvegetation
- b. Feuchtigkeitsindex
- c. Abraumfeuchtigkeitsprozent
- d. Windgeschwindigkeit

Wird 1 - 4 miteinander ins Verhältnis gesetzt, ist das Ergebnis der gewünschte Brandindex.

Zu a: Zustand der Bodenvegetation. Der Zustand der Bodenvegetation ist in 5 Gruppen mit den Zustandszahlen 1 - 5 aufgeteilt. "1" bedeutet mindestens 90% tote Bodenvegetation. Dieser Wert wird also von Spätherbst (1. November) bis Frühjahr (15. April) verwendet. "5" bedeutet mindestens 90% grüne Bodenvegetation, anwendbar spätes Frühjahr (15. Mai) bis Sommerende (30. September). Die Nummern 2, 3 und 4 sind für die Übergangszeiten gedacht (15. April - 15. Mai und 1. - 31. Oktober). Je nachdem, ob die Vegetation mehr oder weniger abgestorben ist, wird zwischen den Nummern 2, 3 und 4 entschieden. Die angegebenen Monatsdaten sollen

nur als ungefähre Richtlinie verstanden werden. Sie sind je nach dem Gebiet der zwei Regionen entweder zu verlängern oder zu verkürzen.

Die Zustandszahl der Bodenvegetation wird zum Feuchtigkeitsindex ins Verhältnis gesetzt.

Zu b: Feuchtigkeitsindex. Der Feuchtigkeitsindex besitzt eine Einteilung von 0 - 100 und entspricht etwa dem Brandindex der anderen Gefahrenmesser. Um den Feuchtigkeitsindex zu berechnen, braucht man zunächst den Feuchtigkeitsfaktor. In einer Tabelle kann man für das tägliche Feuchtigkeitsprozent des Abraumes, gemessen um 14 Uhr, den Feuchtigkeitsfaktor ablesen. Das Feuchtigkeitsprozent ist in 9 Gruppen unterteilt. Der Feuchtigkeitsfaktor hat die Zahlen 0 - 10, ausschliesslich der Zahlen 7 und 9, besteht also auch aus 9 Nummern. Dieser Feuchtigkeitsfaktor wird nun zu dem Feuchtigkeitsindex des Vortages (Messung ebenfalls um 14 Uhr) addiert. Man erhält den Wert des heutigen Feuchtigkeitsindex²⁵. War seit der letzten Messung am Vortage Niederschlag zu verzeichnen, so ist vom gefundenen Feuchtigkeitsindex für je 1/100 inch Niederschlag eine Masseinheit zu subtrahieren.

Beispiel:

<u>heutiger</u> Niederschlag (in hundertstel eines inch)	= 19
heutiges Abraumfeuchtigkeitsprozent	= 6.0
der zu 6.0 gehörige Feuchtigkeitsfaktor	= 5
<u>gestriger</u> <u>Feuchtigkeitsindex</u>	= 29

²⁵Durch Einschaltung des Feuchtigkeitsfaktors und Feuchtigkeitsindex wird vermieden, das Abraumgesamtfeuchtigkeitsprozent der vergangenen 5 oder 7 Tage mit in die Kalkulation einzuschliessen.

daraus ergibt sich die Formel:

$$(29 + 5) - 19 = 15$$

Der heutige Feuchtigkeitsindex beträgt 15.

Der gefundene Feuchtigkeitsindex wird zum Abraumfeuchtigkeitsprozent des Tages der Messung ins Verhältniss gesetzt.

Zu c: Abraumfeuchtigkeitsprozent. Das Abraumfeuchtigkeitsprozent wird täglich um 14.00 durch das Gewicht drei miteinander gekoppelter Feuchtigkeitsmessbrettchen ermittelt. Die Skala des Abraumfeuchtigkeitsprozentos geht von 1,5 bis 30. Das gefundene Abraumfeuchtigkeitsprozent wird zur Windgeschwindigkeit ins Verhältniss gesetzt.

Zu d: Windgeschwindigkeit. Die Windgeschwindigkeitsskala enthält Windgeschwindigkeiten von 3 - 30 Meilen Pro Stunde (4,8 - 48 km/St.). Ist die Windgeschwindigkeit entsprechend zu der Abraumfeuchtigkeit eingestellt, zeigt ein Pfeil in der Windgeschwindigkeitsskala auf das ermittelte Feuergefahr- (Brandindex) - Prozent.

8. Region 8 (Southern Region) (25), (27), (28), (32), umfasst: Alabama, Arkansas, Florida, Georgia, Louisiana, Mississippi, North Carolina, Oklahoma, South Carolina, Tennessee und Texas. Sitz der Verwaltung: Atlanta, Georgia.

In der Region 8 findet der gleiche Gefahrenmesser Anwendung wie in Region 7. Erläuterungen siehe dort.

9. Region 9 (North Central Region)²⁶, umfasst: Illinois, Indiana, Iowa, Michigan, Minnesota, Missouri, North Dakota, Ohio, Wisconsin. Sitz der Verwaltung: Milwaukee, Wisconsin.

Die Region 9 hat 2 Gefahrenmesser in Gebrauch. Der eine wurde 1938, der andere 1949 entwickelt. Beide arbeiten ähnlich wie der Gefahrenmesser der Region 1, nur dass neben relativer Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit noch der Niederschlag und der Zustand der Bodenvegetation Berücksichtigung finden. Ausserdem wird die Zeitspanne seit dem letzten Niederschlag mit in die Messung einkalkuliert. Abraumfeuchtigkeitsprozente werden nicht gemessen. Die Methode muss als nicht sehr genau bezeichnet werden.

10. Region 10 (Alaska Region), umfasst: Alaska. Sitz der Verwaltung: Juneau, Alaska.

Dem Klima und der Vegetation entsprechend, besitzt Alaska keine Waldbrandgefahr. Ein Gefahrenmesser wurde deshalb nicht entwickelt.

²⁶Die Literatur ist vergriffen, die Daten wurden durch Privatkorrespondenz ermittelt.

KAPITEL IV

ZUKUNFTSMÖGLICHKEITEN FÜR DEN GEFAHRENMESSE

Nachdem Gisborne als Waldbrandexperte 1934 als erster einen Gefahrenmesser herausgegeben hatte, folgten in kurzen Abständen die anderen, waldbrandgefährdeten Regionen mit ähnlichen Instrumenten. Da jede Region ihren "eigenen" Messer entwickelte, entstanden völlig uneinheitliche Werte. Eine Feuergefahr von 70% in der einen Region entsprach vielleicht einer Feuergefahr von 130% in einer anderen. Der Versuch einer Einigung in der Terminologie brachte auch meist eine Gleichschaltung der Werte mit sich. Der Brandindex z. B. bezeichnet heute einen ganz bestimmten Faktor in der Gefahrenmessung, nämlich das Verhältnis zwischen Wetterbedingung und Abraumfeuchtigkeit. Alle Gefahrenmesser haben für den Brandindex eine Einteilung von 1 - 100 (nur der Gefahrenmesser der Region 7 und 8 wurde bisher bedauerlicher Weise noch nicht angepasst).

Nächstes Ziel sollte es sein, alle Gefahrenmesser in den Vereinigten Staaten, die heute gute Ergebnisse liefern, zu einem Instrument zu vereinigen. Das soll nicht heissen, dass man die Verschiedenheiten der einzelnen Gebiete ausser Acht lassen soll, es sollen nur die Werte vereinheitlicht werden, wie das für Windgeschwindigkeit, relative Luftfeuchtigkeit u. a. bereits seit langer Zeit auf internationaler Basis geschehen ist. Das Er-

gebnis muss sein, dass eine Brandgefahr in Oregon von 70% die gleiche Feuergefahr ausdrückt, wie eine Brandgefahr von 70% in Florida. Darüber hinaus sollte die Terminologie noch viel weitergehend vereinheitlicht werden. So kann es nicht wünschenswert sein, dass z. B. der Hauptindex der Region 1 etwas anderes ausdrückt wie der Hauptindex der Region 5 (vergl. Fussnote 24).

Sind einmal die Begriffe vereinheitlicht worden, wird es möglich sein, durch einheitliche Feuerwetterstationen und einheitliche Werte ein wirksames Netz über die USA zu spannen, mit dessen Hilfe für alle Teile des Landes zu jeder Zeit die genaue Feuergefahr gleichmässig bestimmt werden kann.

KAPITEL V

GEDANKEN ÜBER DIE ENTWICKLUNG EINES WALDBRANDGEFAHRENMESSERS IN DEUTSCHLAND

Gisborne (15) rechnete für die Entwicklung eines Gefahrenmessers insgesamt 4 Jahre; ein Jahr für die theoretische Ausarbeitung und drei Jahre für die praktische Erprobung. Dies war in einer Zeit, als es noch keine Erfahrung mit derartigen Messinstrumenten gab. Wir könnten uns heute die Forschungen der Amerikaner zu Nutze machen und in viel kürzerer Zeit ein solches Instrument für Deutschland herstellen.

Es muss jedoch deutlich zum Ausdruck gebracht werden; von all den in den USA entwickelten Gefahrenmessern, kann keiner ohne Veränderung auf Deutschland übertragen werden! Wie bereits oben erwähnt, erscheint das Gerät "Type 8" der Regionen 7 und 8 noch am leichtesten abwandelbar.

Da Mittel-, Süd- und Westdeutschland praktisch keine Waldbrandgefahr kennen, wäre ein Waldbrandgefahrenmesser unter besonderer Berücksichtigung der trockenen Kieferngebiete Nord- und Ostdeutschlands zu entwickeln.

Die riesigen Mengen Schlagabraum, die in den USA im Walde verbleiben und die flächenmässig gewaltigen Urwaldbestände sind bei uns nicht gegeben und damit kommt einer der wichtigsten Faktoren der amerikanischen Waldbrandgefahr - der Abraum - für

Deutschland in Fortfall. Dieser "Abraum" fällt für uns nur insoweit ins Gewicht, als er Bodenstreu und Bodenvegetation ausmacht.

Als Abraumfeuchtigkeitsmessinstrument sind wahrscheinlich die Lindenholzbrettchen anderen Hölzern und Formen vorzuziehen. Da alle Brände - mit Ausnahme der Blitzschlagfeuer (für Deutschland mit 1,5% verschwindend gering) - als Bodenfeuer entstehen, dürften die Lindenholzbrettchen dem entzündbaren Material (Heide und Vacciniumarten) am besten entsprechen.

Wie gross die Unterschiede verschiedener Holzarten und Grössen in Bezug auf Feuchtigkeitsaufnahme sind, zeigen die Figuren 12 und 13. Sie stellen die Ergebnisse einer Untersuchung der Pacific Northwest Experiment Station dar (29).

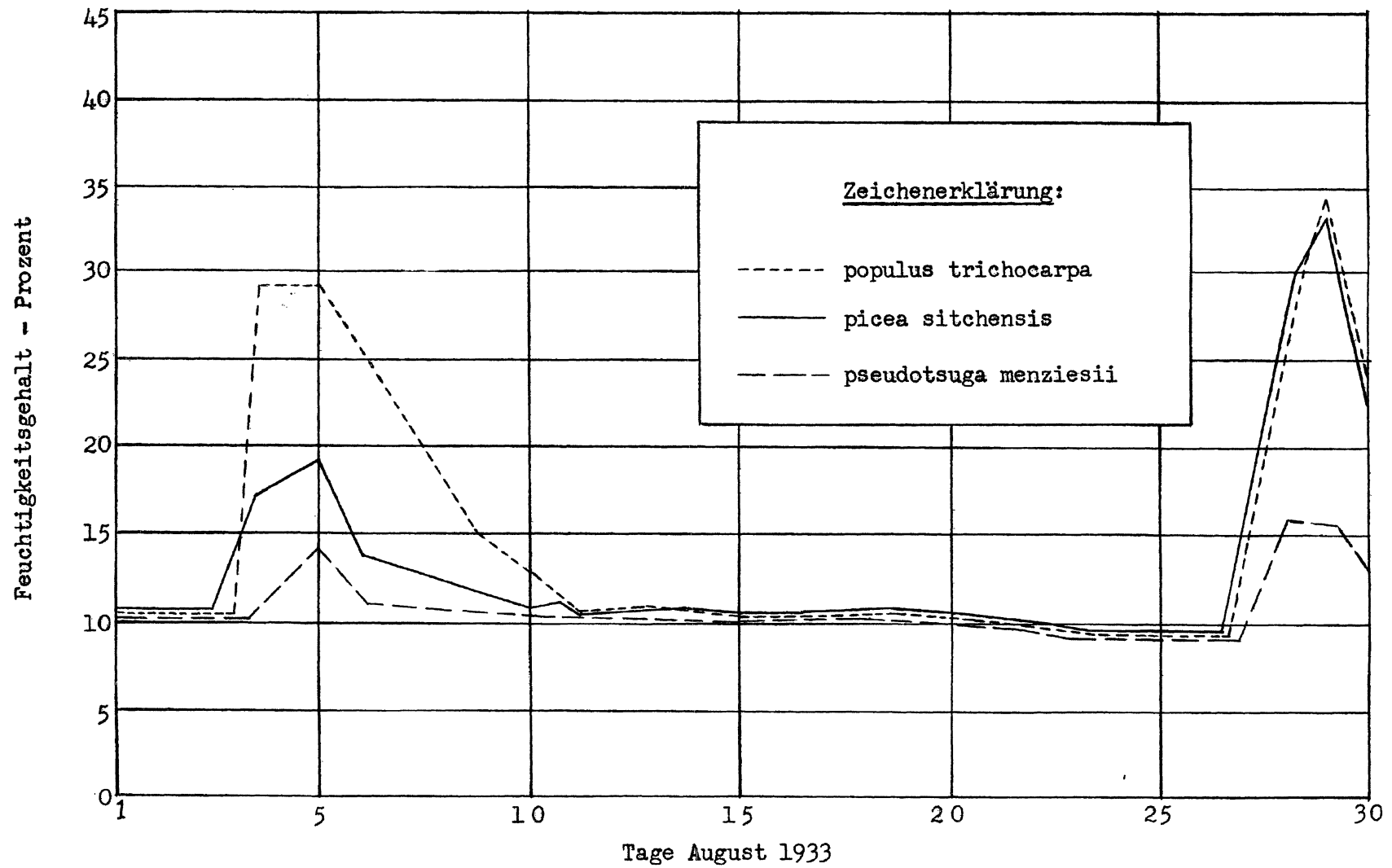
Die graphischen Darstellungen zeigen deutlich, welche Sorgfalt der Holzartenwahl beigemessen werden muss, um durchschnittliche Ergebnisse zu erzielen, und welche Rolle die Stärke eines Messholzes bei der Feuchtigkeitsaufnahme spielt.

Es wäre zu überlegen - wenn Lindenbrettchen in Deutschland verwendet würden - ob diese nicht etwas dicker sein sollten als 0,3 cm, um das schnellere Eindringen (und Verdunsten) der Feuchtigkeit an den Stirnflächen zu begünstigen, was dem besonders leichten Sandboden und seinen Feuchtigkeitsverhältnissen besser entsprechen dürfte. Gleiches würde vielleicht auch dadurch erreicht werden, dass man nicht 3, sondern nur 2 solcher Brettchen für eine Messung verwendet.

Wesentlich wäre die Erfassung des Zustandes der Bodenvegetation, besonders im Frühjahr und Herbststadium. Die 5-Gruppen-

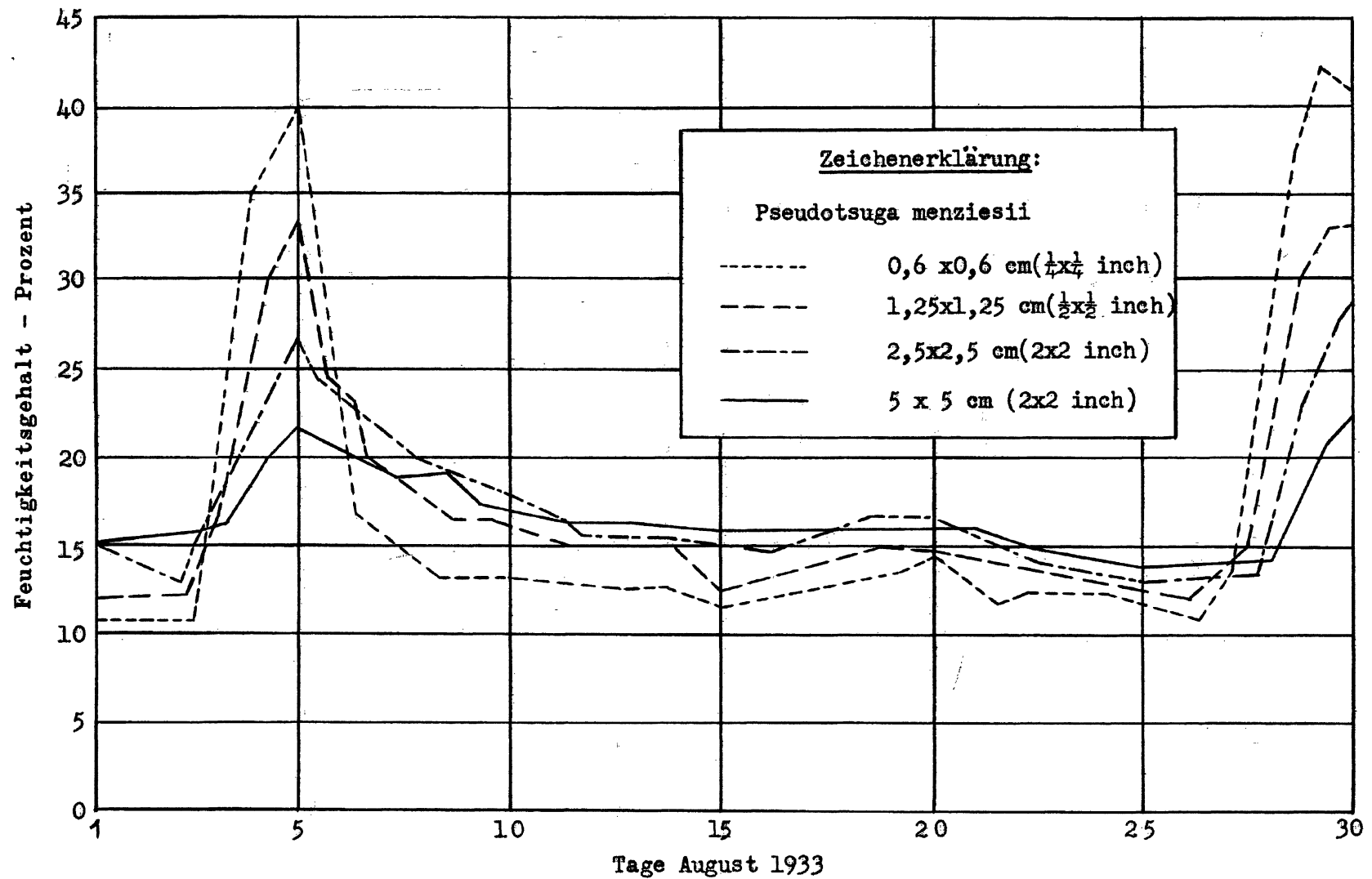
FIGUR 12

DIE HYGROSKOPIZITÄT VERSCHIEDENER HOLZARTEN GEMESSEN MIT FEUCHTIGKEITSMESSSTÄBEN
VON 5 x 5 CM DURCHMESSER



FIGUR 13

DIE HYGROSKOPIZITÄT VON FEUCHTIGKEITSMESSSTÄBEN DER GLEICHEN HOLZART MIT VERSCHIEDENEM DURCHMESSER



einteilung des "Type 8" Gerätes dürfte dafür ausreichend sein.

Die Einschaltung eines Feuchtigkeitsfaktors zu Ermittlung des Feuchtigkeitsindexes wäre ebenfalls zu empfehlen. Es würde Aufgabe einer wissenschaftlichen Untersuchung sein, das Verhältnis vom Abraumfeuchtigkeit zum Feuchtigkeitsfaktor zu finden, und daraus den Feuchtigkeitsindex abzuleiten. Weiterhin wäre der Einfluss der Windgeschwindigkeit auf die Stärke der Verdunstung des Feuchtigkeitsgehaltes der Bodenstreu zu erforschen.

Ein weiterer Faktor, der durch den Gefahrenmesser erfasst werden sollte, wäre die Aktivität des Menschen. Alle anderen Faktoren, die Feuer verursachen, sind für deutsche Verhältnisse nicht wichtig und sollten zur Verhinderung unnötiger Fehlerquellen nicht in das Messinstrument einbezogen werden.

Eine Untersuchung über die nötigen Feuerwetterstationen - ohne solche Stationen würde man auch in Deutschland kaum auskommen - würde gleichzeitig die Frage beantworten, ob eine Trennung zwischen Nord- und Ostdeutschland erforderlich ist, um den verschiedenen Klimaverhältnissen dieser Gegenden Rechnung zu tragen.

Das beste Gerät für Deutschland wäre ein Gefahrenmesser, der den Brandindex enthält, also die Entzündbarkeit des Waldes aufzeichnet, und über die Wahrscheinlichkeit Auskunft gibt, mit der ein Feuer entsteht.

SUMMARY

Chapter I is a concise history of Forestry in the United States.

Chapter II traces the history of American forest fires, and forest fire control, up to the year 1934 at which time H. T. Gisborne published his first research work related to the integration of the various factors which influence the ease with which forest fires start, the rapidity with which they burn, and the difficulty with which they may be controlled. In order that relatively untrained personnel might make these integrations, Mr. Gisborne designed the Forest Fire Danger Meter.

Chapter III, Section A, presents a description of the principles of forest fire danger meters in general. The following technical terms are defined: fire danger meter, risk, hazard, constant and variable factors, burning index, relative inflammability and absolute inflammability, preparedness index, rate-of-spread index, dispatcher's index, fire line index, flat and round indicator sticks, lookouts, and fire season. (Because these terms are well understood by American foresters who may read this paper, they are not defined in this summary.)

In Chapter III, Section B, the component factors are discussed, which together constitute the basis for an appraisal of forest fire danger. These basic elements include the meteorological and other factors. The discussed meteorological factors, and the instruments used to measure these factors, are: precipitation, measured either with the Forest Service rain gauge, or with the Standard Weather Bureau rain gauge; relative humidity, by the psychrometer; wind

movement, by the wind vane and three-cup anemometer; and temperature, by the thermometer. Evaporation is estimated by the measured values of relative humidity and temperature. The other factors, which include topography and altitude, forest cover, fuel type, fuel moisture content, activity of fire causing agencies, and fire season, are explained. Special care is taken to explain fuel moisture content and the activity of fire causing agencies. Reference is made to L. G. Hornby's fuel type classification. The measurement of fuel moisture content itself is of great importance in fire danger rating, because it has been found that weather conditions are not useful indicators in estimating fuel moisture content. It is pointed out, that, in forest terminology, the term "fuel dryness" should, in the opinion of the writer, replace the term "fuel moisture", because, actually, fuel moisture is measured only in order to find fuel dryness.

The size, weight and shape of the two different types of indicator sticks, used in the United States, are given and an explanation of their use at the fire weather stations is made. It is pointed out that the 100 gram weight is more important than the length of the sticks. By using the 100 gram weight of the sticks, the moisture content, also measured in grams, is, in the same manner, a percentage of the dry weight. Today, four round sticks are used in the northern and western part of the United States, where the forests are made up mainly of coniferous species. Three flat indicator sticks are used in the eastern regions and in those areas where hardwood predominate. The first indicator stick, used by Gisborne, was a single stick. By using only one stick per measurement, the following difficulties were encountered:

(1) A single stick, long enough to give adequate measurements, was difficult to handle.

(2) It was most difficult to find a length and a diameter for the indicator sticks, which would react in a manner similar to the average fuel threatened by fire.

(3) The ends of the sticks absorbed moisture faster than the side surfaces. The difference in weight was so great, that the result of measurement could not be called satisfactory. Therefore, Gisborne suggested that the ends should be coated with wax or other material to make these parts of the sticks waterproof.

Using three flat or four round sticks, which are parallel and connected to each other by two wooden dowels, the following advantages were found:

(1) A larger proportion of end surface is exposed, which allows them to react to changes in moisture content in a way more comparable to forest fuels than is possible when a single stick is used.

(2) The relatively larger surfaces of the sticks correspond more nearly to the different lengths and diameters of the actual forest fuel.

The fire-causing agencies are grouped into two classes: natural and man-caused. Lightning is the only important natural cause. The probability of lightning storms is estimated with the aid of weather forecasts. The comparison of lightning danger and the inflammability of the fuel gives the probability of fire caused by lightning. It is pointed out that research thus far has not enabled us to forecast the number of lightning strikes which will occur. Lightning danger

indicates only whether or not lightning strikes can be expected.

More difficult than lightning prediction is the estimation of probability of man-caused fires. The risk, given by sawmills, lumbering operations, and railroads, are relatively easy to calculate. The risk given by hunters, campers and other casual visitors is more difficult to determine. Statistical tables which give empirical data might be of help. However, these tables are not accurate and therefore the results would be open to question.

Problems related to the establishment of fire weather stations are discussed in Chapter III, Section D1, with particular reference to the question of how many stations are required for a given district. Morris' statistical analysis (Bibliography No. 29) is discussed in connection with Hayes' critique of this article (Bibliography No. 21). The chapter further includes a discussion of the use of instruments normally found in fire weather stations -- rain gauge, anemometer, psychrometer, and fuel moisture sticks.

After explaining the methods of ascertaining meteorological data, Chapter III, Section D2, describes a particular model of forest fire danger meter. The fire danger meter, U. S. Forest Service Region 1, Model 7, was deliberately selected for description because it represents most graphically the basic traits of forest fire danger rating factors shared in common by all such instruments currently in use in the United States.

Chapter III, Section E, explains the difficulties encountered in making accurate fire danger measurements.

The 1 to 100 percent danger scale is actually a danger scale

of five groups, because there is practically no difference in the fire danger rating between 1 percent and 10 percent, or 90 percent and 100 percent. The five groups may be expressed as follows:

Group 1	-	no danger	Percent number	1	-	20
Group 2	-	moderate	"	"	21	- 35
Group 3	-	average	"	"	36	- 50
Group 4	-	high	"	"	51	- 75
Group 5	-	extreme	"	"	76	- 100

By using two factors of fire danger, e. g., wind velocity and fuel moisture content, and by dividing these two factors into five different classes each, 120 combinations are possible. By adding a third factor, divided into three different classes, the possibility of combinations increases from 120 to 720. The danger percentage of the meter goes only from 1 to 100, which means that 720 combinations must be pressed into a 1 to 100 scale. The result is the occurrence of the five-group scale: "no danger", "moderate", "average", "high", "extreme". The difficulties in estimating accurate fire danger is difficult because:

- (1) The danger percent is an empirical value.
- (2) This empirical value must be a mean.

The fire danger meter gives, for accurately measured meteorological data and the percentage of the fuel moisture content, the fire danger percentage, given by experience for these particular conditions. But these conditions are given only for the place at which the measurements are taken, which is at the fire weather station. The determined

fire danger data must now be projected to another area of the district. When the fire danger is estimated by considering the data of two different fire weather stations, the fire danger percentage is a mean of those two values. When this mean must be transferred to another mean, to find the fire danger at another place, the possibility of error triples.

(3) Because there are so many causes of fire, and so many combinations of fuel and weather conditions, it is practically impossible to incorporate all the fire factors into a fire danger meter. When all possible combinations are taken into consideration, the found danger percentage could possibly be less accurate than when determined by using only "key" factors, because the possibility of combinations multiplies potentially. On the other hand, all combinations except the meteorological data are empirical, which means the possibility of error multiplies in the same manner. For this reason, some fire danger meters consider only the burning index and no other factors. Therefore, some of the meters are actually not fire danger meters, but burning index meters. The other factors, such as lightning and human activity, must be considered by the meter users themselves for their particular district.

Chapter III, Section F, shows the value of fire danger rating in planning and fire danger warning.

Chapter III, Section G, describes the particular fire danger meters of each U. S. Forest Service Region at present using such an instrument. This is undertaken in connection with a critical evaluation of the advantages and disadvantages pertaining to each specific

danger meter.

Chapter IV constitutes an attempt to forecast the future development of the fire danger meters with particular emphasis on an eventual standardization of fire danger rating scales and technical terms.

Chapter V discusses problems faced in converting U. S. fire danger meter for use in Germany. H. T. Gisborne stated that it would take him four years to develop a danger meter -- one year for the theoretical elaboration, and three years for practical improvement. This statement was made at a time when no experience existed in the use of such instruments. Today, we in Germany could use the experience of the Americans and, thus, we could be able to develop such a meter in much less time.

But we must keep in mind the fact that no American danger meter can be used in Germany without some adjustments. As mentioned in Chapter IV, the instrument Type 8 of U. S. Forest Service Region 7 and 8 could be altered most easily for use in Germany.

Since there is virtually no forest fire danger in Middle, West and South Germany, a special fire danger meter must be developed which will consider especially the dry pine regions of North and East Germany. The huge amounts of fuel, which in the United States remain in the forests, and the extended areas of virgin forests, do not exist in Germany. Thus one of the most important factors in American forest fire danger -- the dry surface fuel -- may be omitted in Germany. This fuel is only important in so far as it represents duff and ground vegetation.

The basswood, flat sticks are probably superior, for use in Germany, to other species and forms for use as indicator sticks. Since all fires, except those caused by lighting (in Germany only 1.5%) occur as surface fires, the basswood sticks may correspond to the inflammability of the forest fuel (heather and vaccinium species) more closely than other types of indicator sticks.

Figures 12 and 13 show the big differences among various species and sizes with respect to their hygroscopicity. They represent the result of an investigation of the Pacific Northwest Forest Experiment Station (29).

The tables show clearly that much care must be taken in selecting the best species in order to attain average data of measurements and the importance attributed to the size of the indicator sticks.

If basswood sticks were used in Germany, it would be necessary to find out whether they ought not to be somewhat thicker than 1/8 inch in order to favor the fast absorption of humidity at the ends, which might better correspond to the light, sandy soil and the fuel present in this area. The same effect might be achieved by using not 3 but 2 sticks for one measurement.

The condition of the lesser vegetation is essential, especially in spring and fall. The "five group classification" of the Type 8 Meter should be sufficient.

The introduction of the build-up factor is also recommended for the calculation of the build-up index. It would be the task of scientific research to find the relationship between fuel moisture

content and build-up factor. With these data the build-up index could be found. Moreover, the influence of the wind velocity upon the intensity of evaporation from the duff must be investigated.

A further factor which should be measured by the danger meter is the activity of men. All other factors which cause fire in America are not important in Germany and they need not be considered. An investigation to determine the number of fire weather stations -- even Germany could not dispense with such stations -- would likewise answer the question whether or not a separation of North and East Germany would be necessary to satisfy the various weather conditions of these regions.

The best instrument for Germany would be a danger meter which would measure the inflammability of the forests, and which also would indicate the probability of fire occurrence.

ZUSAMMENFASSUNG

Kapitel I gibt eine kurze Beschreibung der Forstgeschichte der Vereinigten Staaten wieder; das Kapitel II umfasst die Geschichte von Waldbrand und Waldbrandkontrolle bis zum Jahre 1934, dem Jahr, in welchem Gisborne das erste Mal mit seinen Forschungsergebnissen über einen Waldbrandgefahrenmesser an die Öffentlichkeit tritt.

Im Kapitel III wird der Waldbrandgefahrenmesser generell beschrieben. Einer Definition der wichtigsten Fachausdrücke folgt die Beschreibung der Unterlagen, die zur Messung der Feuergefahr notwendig sind. Diese Unterlagen sind in "Meteorologische Faktoren" und "Andere Faktoren" unterteilt. Letztere sind Topographie, Abraumart, Holzart, Feuchtigkeitsgehalt des Abraumes und die Aktivität der Feuer verursachenden Agenzien.

Im darauf folgenden Abschnitt des Kapitels III werden die Instrumente besprochen, die zur Messung der Unterlagen verwendet werden. Neben einer kurzen Erläuterung der meteorologischen Messinstrumente folgt eine genaue Beschreibung der Feuchtigkeitsmessstäbe und -brettchen, sowie deren Anwendung bei der Brandkontrolle. Es werden die Schwierigkeiten besprochen, die sich für die Forschung bei der Erprobung der Messstäbe und -brettchen zunächst ergaben. Ebenso ausführlich wird die Bewertung der Aktivität des Menschen behandelt.

In dem Kapitel III, D1 werden die Probleme erörtert, die sich bei der Aufstellung einer Feuerwetterstation ergeben; besonders wird die Frage behandelt, wieviele Wetterstationen für einen Distrikt

benötigt werden. Folgend wird gezeigt, in welcher Weise die Instrumente bei den Feuerwetterstationen gehandhabt werden.

In III, D2 wird die Ermittlung der meteorologischen Daten besprochen. Danach folgt eine ins Einzelne gehende Beschreibung eines Waldbrandgefahrenmessers. Grundlage dieser Beschreibung ist der Gefahrenmesser der Region 1, Model 7. Es wurde absichtlich dieses Gerät ausgewählt, weil es am anschaulichsten die Grundzüge der Gefahrenmessung darstellt, die bei allen in den USA verwendeten Geräten die Gleichen sind.

Anschliessend an die Besprechung des Gefahrenmessers, erfolgt die Erläuterung von zwei Tabellen, die ebenfalls als wichtige Hilfsmittel bei der Waldbrandkontrolle Anwendung finden.

1. Wie wird die Feuergefahr von morgen bestimmt?
2. Wie wird die Feuergefahrenmessung von einem Ort auf einen anderen Ort übertragen?

In dem Kapitell III E werden folgende Probleme erörtert:

1. Ist die 1 - 100% Gefahreneinteilung wirklich zufriedenstellend?
2. Die Probleme, die sich daraus ergeben, dass das Gefahrenprozent selbst nur ein Erfahrungswert ist, den man mathematisch nicht erfassen kann.
3. Da viele verschiedene Ursachen ein Feuer entstehen lassen können, ergibt sich die Frage: Welche und wieviele dieser Ursachen sollen bei der Gefahrenmessung berücksichtigt werden? Es wird begründet, dass eine Aufnahme aller Ursachen in die Messung das Endergebnis nicht verbessern, sondern verschlechtern würde.

Weiterhin wird in diesem Abschnitt besprochen, welche Feuerursachen man als Werte bei den Gefahrenmessern verwendet und welche man verwendet hat. Die Gründe werden angegeben, warum man einzelne Werte wieder aus der Gefahrenmessung herausnahm.

Als Nächstes folgt die Aufzählung und Besprechung der Vorteile einer Feuergefahrenmessung.

Im Kapitel III G wird für jede Region der US der dort verwendete Gefahrenmesser besprochen. Seine Vor- und Nachteile werden durch den Versuch einer Kritik erörtert.

Kapitel IV enthält Gedanken über die zukünftige Weiterentwicklung des Gefahrenmessers, besonders in Bezug auf eine Vereinheitlichung der Werte und der Terminologie.

Kapitel V gibt Gedanken über die Entwicklung eines Waldbrandgefahrenmessers in Deutschland wieder. Es wird darauf hingewiesen, dass sich kein in den USA verwendeter Gefahrenmesser ohne Abänderung auf Deutschland übertragen lässt. Diese Behauptung wird ausführlich begründet. Weiterhin wird erwogen, welcher Gefahrenmesser am einfachsten für Deutschland abzuwandeln wäre. Der Gefahrenmesser Type 8 der Region 7 wird als am brauchbarsten für Deutschland beschrieben. Diese Behauptung wird begründet unter gleichzeitigem Hinweis auf die Probleme, die einer Gefahrenmessung in Deutschland begegnen werden.

LITERATURNACHWEIS

LITERATURNACHWEIS

- (1) Barrows, J. S.
FIRE BEHAVIOR IN THE NORTHERN ROCKY MOUNTAIN REGION.
Station Paper, May, 1951, No. 29, Northern Rocky
Mountain Experiment Station.
- (2) Beals, E. A.
THE VALUE OF WEATHER FORECASTS IN THE PROBLEM OF PROTECT-
ING FORESTS FROM FIRE. Monthly Weather Review, 1914,
No. 42, p. 111.
- (3) Brown, A. A. and Folweiler, A. D.
FIRE IN THE FORESTS OF THE UNITED STATES. 1953, plano-
graphed by John S. Swift Co. Inc., Department of Agri-
culture, Washington, D. C.
- (4) Countryman, Clive M.
A POCKET TYPE HUMIDITY INDICATOR FOR USE IN FIRE PREVENTION
AND CONTROL. Miscellaneous Paper, May, 1953, No. 12,
California Forest Experiment Station.
- (5) _____ and Intorf, P. H.
A FIRE SEASON SEVERITY-INDEX FOR CALIFORNIA NATIONAL
FORESTS. Miscellaneous Paper, October, 1953, No. 14,
California Forest Experiment Station.
- (6) Flint, G.
PRIVATKORRESPONDENZ FLINTS MIT EINEM ARMEEOFFIZIER WÄHREND
DES ERSTEN WELTKRIEGES.
- (7) _____ ZEITUNGSARTIKEL, erschienen in Northern Region News am 7.
Dezember, 1931.
- (8) Forest Service.
METHODS OF ESTIMATING FUTURE BURNING INDEX FROM FIRE WEATHER
FORECASTS AND LOCAL WEATHER OBSERVATIONS. Booklet,
revised May, 1950, Pacific Northwest Forest Experiment
Station.
- (9) _____ FIRE CONTROL HANDBOOK, REGION 6, Part II, Chapter 5, 1950-
1954. Pacific Northwest Region, Pacific Northwest
Forest Experiment Station.
- (10) Forest Service.
FIRE DANGER STATIONS. Pamphlet published 1940, Rocky Mountain
Forest Experiment Station.

- (11) _____ USDA Handbook No. 1. Issued December 1949, Washington, D. C.
- (12) _____ INSTRUCTIONS FOR USE OF GRASS BURNING INDEX METER R - 4. March, 1946, Intermountain Region, Forest Service, Ogden, Utah.
- (13) Gisborne, H. T.
REVIEW OF PROBLEMS AND ACCOMPLISHMENTS IN FIRE CONTROL AND FIRE RESEARCH. Fire Control Notes, Vol. 6, April, 1942, pp. 47-63.
- (14) _____ THE PRINCIPLES OF MEASURING FOREST FIRE DANGER. Journal of Forestry, Vol. 34, No. 8, 1936, pp. 786-793, Society of American Foresters.
- (15) _____ SOME GENERAL PRINCIPLES OF RATING FIRE DANGER. Fire Control Notes, January, 1937, pp. 53-56, Forest Service, Washington, D. C.
- (16) _____ THE WOOD CYLINDER METHOD OF MEASURING FOREST INFLAMMABILITY. Journal of Forestry, Vol. 31, No. 6, pp. 673-679, 1933, Society of American Foresters.
- (17) _____ MEASURING FOREST FIRE DANGER IN NORTHERN IDAHO. USDA Miscellaneous Publication No. 29, October, 1928.
- (18) _____ MEASURING FIRE WEATHER AND INFLAMMABILITY. Circular No. 398, 1936, U. S. Department of Agriculture, Washington, D. C.
- (19) _____ A FIVE YEAR RECORD OF LIGHTNING STORMS AND FOREST FIRES. Monthly Weather Review, Vol. 59, April, 1931, pp. 139-150, U. S. Department of Agriculture, Weather Bureau, Washington, D. C.
- (20) Graves, Henry S.
PROTECTION OF FORESTS FROM FIRE. Forest Service Bulletin No. 82, 1910, U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, D. C.
- (21) Hayes, G. Lloyd.
WHERE AND WHEN TO MEASURE FOREST FIRE DANGER. Journal of Forestry, Vol. 42, No. 10, 1944, pp. 744-751.
- (22) Hofmann, J. V. and Osborne, Wm. B.
RELATIVE HUMIDITY AND FOREST FIRES. U. S. Department of Agriculture, 1923, Forest Service, Washington, D. C.
- (23) Hornby, L. G.
FIRE CONTROL PLANNING IN THE NORTHERN ROCKY MOUNTAIN REGION. Northern Rocky Mountain Forest and Range Experiment

- (24) Jemison, George M.
FOREST FIRE DANGER INDEXES. Journal of Forestry, Vol. 42,
No. 4, 1944, pp. 261-263, Society of American Foresters.
- (25) _____, Lindenmuth, A. W. and Keetch, J. J.
FOREST FIRE DANGER MEASUREMENT IN THE EASTERN U. S. Agri-
culture Handbook No. 1, 1949, U. S. Department of Agri-
culture, Washington, D. C.
- (26) Keetch, J. J.
INSTRUCTIONS FOR USING FOREST FIRE DANGER METER TYPE 8.
Station Paper No. 33, 1954, Southeastern Experiment
Station, Asheville, N. C.
- (27) Lindenmuth, A. W. and Keetch, J. J.
OPEN METHOD FOR MEASURING FIRE DANGER IN HARDWOOD FORESTS.
Technical Note No. 71, March, 1949, Forest Service,
Southeastern Experiment Station, Asheville, N. C.
- (28) Loveridge, Earl W.
A COUNTRY WIDE FOREST FIRE WEATHER HAZARD STICK. Journal
of Forestry, Vol. 33, No. 4, 1935, pp. 379-384, Society
of American Foresters.
- (29) Matthews, Donald N.
EXPERIENCE WITH HAZARD INDICATOR STICKS. Journal of
Forestry, Vol. 33, No. 4, 1935, pp. 392-397. Society of
American Foresters.
- (30) Morris, William G.
STATISTICAL ANALYSIS OF FIRE WEATHER STATION DISTRIBUTION.
Journal of Forestry, Vol. 38, No. 4, 1940, pp. 318-321,
Society of American Foresters.
- (31) Nelson, Ralph M.
HOW TO MEASURE FOREST FIRE DANGER IN THE SOUTHEAST. Station
Paper No. 52, 1955, Southeastern Forest Experiment
Station, Asheville, N. C.
- (32) Norcross, T. W. and Gefe, R. F.
TRANSPORTATION PLANNING TO MEET HOUR CONTROL REQUIREMENTS.
Journal of Forestry, No. 29, 1931, pp. 1019-1025,
Society of American Foresters.
- (33) Plummer, Fred G.
LIGHTNING IN RELATION TO FOREST FIRES. Forest Service
Bulletin No. 111, 1912, Department of Agriculture,
Washington, D. C.
- (34) Strehlke, E. G.
DIE HEUTIGE LAGE DER AMERIKANISCHEN FORSTWIRTSCHAFT. Forst-
archiv, "Amerikaheft", 24:1/3, März, 1953, Seiten 2-26.

- (35) Vietinghoff-Riesch, A. Frhr. v.
WALDBRANDBEKÄMPFUNG IN DEN USA. Forstarchiv, "Amerikaheft",
24:1/3, März, 1953, Seiten 37-42, Verlag M. und H. Schaper,
Hannover.
- (36) Weck, Joh.
WALDBRAND, SEINE VORBEUGUNG UND BEKÄMPFUNG. Brandschutz-
fachbuchreihe Nr. 19, 1950, W. Kohlhammer Verlag,
Stuttgart und Köln.

ANHANG

